

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Urška BRADEŠKO

**VPLIVI KRMLJENJA NA CELOLETNO, SEZONSKO
IN DNEVNO-NOČNO PROSTORSKO
RAZPOREDITEV JELENJADI (*Cervus elaphus* L.)
V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Urška BRADEŠKO

**VPLIVI KRMLJENJA NA CELOLETNO, SEZONSKO IN DNEVNO-
NOČNO PROSTORSKO RAZPOREDITEV JELENJADI
(*Cervus elaphus* L.) V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**EFFECTS OF SUPPLEMENTAL FEEDING ON ANNUAL,
SEASONAL AND CIRCADIAN SPATIAL DISTRIBUTION OF RED
DEER (*Cervus elaphus* L.) IN SLOVENIA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija gozdarstva in obnovljivih gozdnih virov na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 15. 6. 2011 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Klemna Jerino ter za recenzenta prof. dr. Andreja Bončino.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Urška Bradeško

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD DN
DK GDK 156(043.2)=163.6
KG krmišča/jelenjad/*Cervus elaphus*/GPS telemetrija/okoljski dejavniki
KK
AV BRADEŠKO, Urška
SA JERINA, Klemen (mentor)
KZ SI-1000, Ljubljana, Večna pot 83
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI 2012
IN VPLIVI KRMLJENJA NA CELOLETNO, SEZONSKO IN DNEVNO-NOČNO PROSTORSKO RAZPOREDITEV JELENJADI (*Cervus elaphus* L.) V SLOVENIJI
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP XI, 90 str., 25 pregl., 34 sl., 125 vir.
IJ sl
JI sl/en

AI Krmljenje divjadi je pri nas in v svetu široko uporabljan lovno-upravljalški ukrep. Krmljenje jelenjadi ima v nekaterih območjih v Sloveniji že dolgoletno tradicijo, ponekod pa se je krmljenje pričelo izvajati šele pred kratkim. Zaradi razlik v zgodovini krmljenja, kot tudi zaradi pestrih okoljskih pogojev, Slovenija predstavlja idealen objekt za preučevanje vplivov krmljenja. Raziskava je temeljila na 134159 lokacijah 24 osebkov jelenjadi, vključenih v projekte GPS telemetrijske spremljave med leti 2004 – 2012 v sedmih raziskovalnih območjih širom Slovenije. Cilj raziskave je bil analizirati 1) značilnosti celoletne, sezonske in cirkadiane rabe krmišča 2) vpliv meteoroloških dejavnikov na rabo krmišča 3) vpliv lunine osvetlitve na rabo krmišča ter 4) vpliv zgodovine krmljenja na rabo krmišča. Na letni ravni jelenjad preživi 4,7 % časa na krmišču. Obiskanost krmišča narašča od septembra dalje, kulminira v februarju (13 % lokacij na krmišču), nato pa ponovno upada. Čas, ki ga jelenjad preživi na krmišču predstavlja 5,6 % celotnega aktivnega časa jelenjadi. Jelenjad obiskuje krmišča najpogosteje v mraku in ob zori. Ob zmanjšani dostopnosti naravnih virov hrane (prenehanje rastne sezone – temperatura pade pod 5 °C) se raba krmišča poveča. Kot pomemben vpliven dejavnik na rabo krmišča so se izkazale snežne in temperaturne razmere (povprečna temperatura in število dni z negativno temperaturo) preteklega meseca. Ob povečani kumulativni količini novozapadlega snega v predhodnem obdobju se raba krmišča sprva poveča, nato pa ponovno upade. Vpliv lune na rabo krmišča ni bil potrjen. Zgodovina krmljenja vpliva na rabo krmišča, ki je intenzivnejša tam, kjer se krmljenje izvaja že dolgo in redno. Rezultati kažejo na veliko pomembnost krmljenja za prostorsko razporeditev in vedenje jelenjadi, v polnosti pa se učinki krmljenja verjetno izrazijo šele po daljšem času

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	FDC 156(043.2)=163.6
CX	supplemental feeding places/red deer/ <i>Cervus elaphus</i> /GPS telemetry/environmental factors
CC	
AU	BRADEŠKO, Urška
AA	JERINA, Klemen (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY	2012
TI	EFFECTS OF SUPPLEMENTAL FEEDING ON ANNUAL, SEASONAL AND CIRCADIAN SPATIAL DISTRIBUTION OF RED DEER (<i>Cervus elaphus</i> L.) IN SLOVENIA
DT	Graduation Thesis (University studies)
NO	XI, 90 p., 25 tab., 34 fig., 125 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	Supplemental feeding of game is a well established management practice in Slovenia and worldwide. Supplemental feeding of red deer has had a long tradition in some parts of Slovenia, while it has only been established recently in the others. Due to the differences in supplemental feeding history and diverse environmental factors, Slovenia represents an ideal object for supplemental feeding studies. This study is based on 134159 locations of 24 red deers, which were tracked in GPS telemetry projects between years 2004 – 2012 in seven research areas in Slovenia. The thesis explores 1) characteristics of yearly, seasonal and circadian supplemental feeding place (SFP) usage 2) the influence of meteorological factors upon SFP usage 3) the influence of moonlight upon SFP usage and 4) the influence of supplemental feeding history upon SFP usage. On yearly level red deer spent 4,7 % of the time at the SFP. The SFP usage starts increasing in September, reaches the maximum in February (13 % of locations at the SFP), and decreases after. The active time red deer spent at the SFP represents 5,6 % of their entire active time. Outside the vegetation period (temperature below 5 °C) when the natural forage becomes scarce, the SFP usage increases. The weather conditions in preceeding month (average temperature, number of days with temperature below 0 °C and the cumulative snowfall) influence the SFP usage significantly. With the increase in cumulative snowfall the SFP usage initially increases, but later declines. The influence of moonlight upon the SFP usage was not confirmed. Where the supplemental feeding has been established for a longer time and carried out regularly, the SFP usage is higher. Results show the importance of supplemental feeding for spatial distribution of red deer and their behaviour, though the influences of supplemental feeding might fully express only in the long term.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
1 Uvod	9
2 PREGLED OBJAV	12
2.1 Vplivi krmljenja.....	13
2.1.1 Bolezni, fitnes vrste	13
2.1.2 Habitat, funkcioniranje ekosistema	15
2.1.3 Ekonomska vprašanja	16
2.1.4 Lovstvo	16
2.1.5 Etična vprašanja.....	17
2.2 Dejavniki, ki vplivajo na intenziteto rabe krmišč.....	19
2.2.1 Zgodovina krmljenja	19
2.2.2 Dostopnost hrane	20
2.2.3 Stopnja iztrošenosti maščobnih zalog.....	21
2.2.4 Tveganje	22
3 Namen naloge	24
4 Delovne hipoteze	25
5 Območja raziskave, podatki in metode dela.....	26
5.1 Območja raziskave	26
5.1.1 Kratka predstavitev območij.....	28
5.1.1.1 Tolminsko.....	28
5.1.1.2 Divača.....	29
5.1.1.3 Prekmurje	30
5.1.1.4 Kočevsko	31
5.1.1.5 Snežniško-Javorniško	32
5.1.1.6 Vrhnika	33
5.1.1.7 Rakitna.....	33
5.2 Zbiranje in priprava podatkov o lokacijah in aktivnosti jelenjadi	35
5.2.1 Snemanje lokacij in aktivnosti z GPS telemetrijskim sistemom	38
5.2.2 Priprava podatkov o aktivnosti	39
5.2.3 Krmišča.....	40
5.2.4 Določitev kriterialne oddaljenosti	41
5.2.5 Meteorološke spremenljivke.....	42
5.2.5.1 Interpolacija dnevnih temperatur in padavin na posnetih lokacijah	43
5.2.5.2 Interpolacija dnevnih količin novozapadlega snega na posnetih lokacijah	44
5.2.5.3 Kumulativne meteorološke spremenljivke	44
5.2.6 Podatki o vzhodu, zahodu in osvetljenem deležu lune.....	44
5.3 Analize podatkov	45
5.3.1 Preverba osnovnih predpostavk.....	45
5.3.1.1 Gostota lokacij	45
5.3.1.2 Analiza aktivnosti	45

5.3.2	Cirkadiana dinamika rabe krmišča	45
5.3.3	Seznam spremenljivk in njihovih kratic	46
5.3.4	Univariatne analize	47
5.3.5	Multivariatni modeli	48
5.3.5.1	Model 1a	48
5.3.5.2	Model 1b	48
5.3.5.3	Model 2	49
6	REZULTATI	50
6.1	Gostota lokacij	50
6.2	Analiza aktivnosti	50
6.3	Cirkadiana dinamika rabe krmišča	51
6.4	Celoletna dinamika rabe krmišča	54
6.4.1	Raba krmišča po posamezni spremljani živali	54
6.4.2	Raba krmišča po spolu spremljanih živali	55
6.4.3	Raba krmišča po območjih spremljanja	56
6.4.4	Raba krmišča glede na inteziteto krmljenja	57
6.5	Meteorološke spremenljivke	58
6.5.1	Raba krmišča v odvisnosti od temperature	58
6.5.2	Raba krmišča v odvisnosti od snega	60
6.5.3	Raba krmišča v odvisnosti od števila dni z negativnimi temperaturami	63
6.5.4	Raba krmišča v odvisnosti od kumulativnih vrednosti snežnih padavin in dni z negativno temperaturo od začetka hladnega obdobja dalje	65
6.6	Luna	66
6.6.1	Raba krmišča glede na prisotnost lune	66
6.6.2	Raba krmišča glede na osvetljenost lune	67
6.7	Rezultati univariatne analize	68
6.8	Multivariatni modeli	70
6.8.1	Model 1a	70
6.8.2	Model 1b	72
6.8.3	Model 2	73
7	RAZPRAVA	76
7.1	Gostota lokacij na krmišču	76
7.2	Aktivnost jelenjadi	76
7.3	Cirkadiana dinamika rabe krmišča	78
7.4	Celoletna IN sezonska dinamika rabe krmišča	78
7.5	Zgodovina krmljenja vpliva na intenzivnost rabe krmišča	80
7.6	Vpliv meteoroloških dejvnikov na rabo krmišča	81
7.6.1	Ko je v naravi manj dostopnih virov hrane, se raba krmišča poveča	81
7.6.2	Večja ko je stopnja iztrošenosti maščobnih zalog, pogosteje bo žival uporabila krmišče	83
7.7	Vpliv lune na rabo krmišča	84
8	Sklepi	86
9	POVZETEK	88
10	VIRI	91
	Zahvala	103

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Glavne značilnosti območij spremljanja jelenjadi.....	27
Preglednica 2: Uvrstitev območij spremljanja v tri kategorije intenzitete krmljenja.....	28
Preglednica 3: Območna pripadnost, spol, čas spremljanja ter število posnetih podatkov za posamezno žival	37
Preglednica 4: Okrajšave, opisi in tipi spremenljivk v univariatnih in multivariatnih analizah.....	46
Preglednica 5: Neodvisne spremenljivke v univariatnih analizah rabe krmišča	47
Preglednica 6: Spremenljivke v modelu 1a	48
Preglednica 7: spremenljivke v modelu 1b.....	48
Preglednica 8: Spremenljivke v modelu 2.....	49
Preglednica 9: Gostota lokacij na krmišču in izven krmišča.....	50
Preglednica 10: Povzetek logističnega modela »Cirkadiana dinamika rabe krmišča« po korakih.....	53
Preglednica 11: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov logističnega modela »Cirkadiana dinamika rabe krmišča« po korakih.....	53
Preglednica 12: Rezultati logističnega modela »Cirkadiana dinamika rabe krmišča«.....	53
Preglednica 13: Rezultati univariatne analize z Mann-Whitneyevim testom.....	69
Preglednica 14: Neodvisne spremenljivke, vstavljene v model 1a na posameznem koraku	70
Preglednica 15: Povzetek modela 1a po korakih.....	71
Preglednica 16: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov modela 1a po korakih.....	71
Preglednica 17: Neodvisne spremenljivke, vstavljene v model 1b na posameznem koraku	72
Preglednica 18: Povzetek modela 1b po korakih.....	72
Preglednica 19: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov modela 1b po korakih.....	72
Preglednica 20: Neodvisne spremenljivke, vstavljene v model 2 na posameznem koraku	73
Preglednica 21: Povzetek modela 2 po korakih.....	73
Preglednica 22: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov modela 2 po korakih.....	74
Preglednica 23: Rezultati multivariatne analize za model 2.....	75
Preglednica 24: Primerjava aktivnosti jelenjadi na krmišču, izven krmišča in v celotnem IOA.....	76
Preglednica 25: Delež lokacij na krmišču po posameznih mesecih	78

KAZALO SLIK

Slika 1: Območja telemetrijskega spremljanja jelenjadi	26
Slika 2: Območje raziskave Tolminsko.....	29
Slika 3: Območje raziskave Divača.....	30
Slika 4: Območje raziskave Prekmurje	31
Slika 5: Območje raziskave Kočevsko	32
Slika 6: Območje raziskave Snežniško-Javorniško	33
Slika 7: Raziskovalni območji Vrhnika in Rakitna	34
Slika 8 : Časovni potek telemetrijskega spremljanja.....	36
Slika 9: Značilen vzorec razporeda zimskih lokacij okrog krmišča.....	41
Slika 10: Frekvenčna porazdelitev (v logaritemski skali) lokacij v odvisnosti od oddaljenosti od krmišča	42
Slika 11: Aktivnost na krmišču in izven krmišča.....	50
Slika 12: 24-urna dinamika aktivnosti.....	51
Slika 13: 24-urna dinamika rabe krmišča	52
Slika 14: Raba krmišča v odvisnosti od relativnega časa (-1 ustreza času sončnega vzhoda, 0 času sončnega zahoda, 1 pa času naslednjega sončnega vzhoda)	52
Slika 15: Celoletna raba krmišča po posameznih spremljanih živalih (n = 23)	54
Slika 16: Celoletna raba krmišča po spolu spremljanih živali.....	55
Slika 17: Celoletna raba krmišča po območjih spremljanja	56
Slika 18: Celoletna raba krmišča po intenziteti krmljenja.....	57
Slika 19: Raba krmišča v odvisnosti od dnevnih temperatur (°C)	58
Slika 20: Raba krmišča v odvisnosti od temperaturnega povprečja preteklega tedna (°C). 58	
Slika 21: Raba krmišča v odvisnosti od temperaturnega povprečja preteklih dveh tednov (°C)	59
Slika 22: Raba krmišča v odvisnosti od temperaturnega povprečja preteklega meseca (°C)	59
Slika 23: Raba krmišča v odvisnosti od dnevne količine novozapadlega snega (cm)	60
Slika 24: Raba krmišča v odvisnosti od vsote snežnih padavin v preteklem tednu (cm)....	61
Slika 25: Raba krmišča v odvisnosti od vsote snežnih padavin v preteklih dveh tednih (cm)	61
Slika 26: Raba krmišča v odvisnosti od vsote snežnih padavin v preteklem mesecu (cm). 62	
Slika 27: Raba krmišča v odvisnosti od števila dni z negativno temperaturo v preteklem tednu	63
Slika 28: Raba krmišča v odvisnosti od števila dni z negativno temperaturo v preteklih dveh tednih	63
Slika 29: Raba krmišča v odvisnosti od števila dni z negativno temperaturo v preteklem mesecu	64
Slika 30: Raba krmišča v odvisnosti od vsote snežnih padavin od začetka hladnega obdobja dalje	65
Slika 31: Raba krmišča v odvisnosti od števila dni z negativno temperaturo od začetka hladnega obdobja dalje	65
Slika 32: Razlike v dnevni in nočni rabi krmišča glede na prisotnost lune.....	66
Slika 33: Razlike v dnevno-nočni rabi krmišča glede na prisotnost lune.....	66
Slika 34: Raba krmišča v odvisnosti od osvetljenosti lune	67

1 UVOD

Navadni jelen je na območju današnje Slovenije prisoten že okrog 100.000 let (Hafner, 2008). V primerjavi s tem je kratko obdobje odsotnosti - med drugo polovico 19. stoletja, ko je bila jelenjad pri nas domala v celoti iztrebljena, ter zadnjo četrtino 19. stoletja, ko je bila jelenjad ponovno naseljena (Adamič, 1990) – zanemarljivo in jelenjad dandanes pri nas obravnavamo kot avtohtono vrsto.

Današnje populacije jelenjadi v Sloveniji izvirajo iz naselitvenih jeder na Snežniško–Javorniškem območju, Pohorju in Karavankah konec 19. stoletja, ostankov avtohtone jelenjadi, ki je preživela porevolucijsko obdobje po letu 1848, ter spontanah imigracij preko državne meje (Adamič, 1990).

Od ponovne naselitve pa do danes se je številčnost in prostorska razširjenost jelenjadi pri nas povečevala, tako da danes jelenjad poseljuje okoli 80 % gozdnatih površin Slovenije, ocene številčnosti (iz let 2002 in 2003) pa se gibljejo od 10.000 do 14.000 osebkov (Jerina, 2003).

Prostorsko razporeditev jelenjadi pogojuje predvsem sezonska spremenljivost količine in kakovosti hrane (Hafner, 2008), saj je prehranjevanje za divje rastlinojede dominantna aktivnost, za iskanje in konzumiranje hrane namreč porabijo kar 40 – 60 % dneva (Wickstrom in sod., 1984) oziroma 7 – 10 ur dnevno za pašo in 5 – 6 ur za prežvekovanje (Bützler, 1972, cit. po Wagenknecht, 1996). Kvantificirana prehranska potreba jelenjadi, preračunana na 100 kg telesne mase, naj bi bila približno 3 kg suhe snovi dnevno, glede na vsebnost hranil lahko ta količina variira med 2 – 4 kg; tej količini ustreza 8 – 20 kg sveže snovi. Potreba po vodi pa naj bi znašala 7 – 9 l na 100 kg telesne teže (Wagenknecht, 1996).

Prehranska strategija kot pomembna determinanta ekologije rastlinojedov tako ponuja možnost človekovega vpliva na interakcije med živalmi in njihovim okoljem. Ukrep, ki prvenstveno posega na to področje, je prav krmljenje.

Krmljenje divjadi je v Evropi in Severni Ameriki široko uporabljan upravljavski ukrep, ki služi številnim namenom. Slovenska lovská zakonodaja (Zakon o divjadi in lovstvu, 2004) opredeljuje tri namene krmljenja divjadi:

- zagotavljanje prehrane v kriznem obdobju (visok sneg, izostanek naravnega obroda in podobno),
- preprečevanje škod na kmetijskih zemljiščih in gozdnem drevju (preprečevalna in odvrtačalna krmišča) ali
- zadrževanje divjadi zaradi uravnavanja številčnosti (privabljalna krmišča).

Poleg navedenega se krmljenje povezuje še s pozitivnimi učinki na vzdrževanje visokih gostot jelenjadi za lov, povečanje telesnih tež, izboljšanje kvalitete trofejev ter na povečanje reprodukcijskega uspeha in plodnosti (Putman, 2004).

V številnih raziskavah se je pokazalo, da se dejanski rezultati krmljenja v dani situaciji lahko razlikujejo od pričakovanih, obenem pa krmljenje vpliva tudi na številna področja, ki pri načrtovanju navadno ukrepa niso v ospredju. To daje krmljenju značaj kontroverznega upravljaljskega ukrepa, ki posega v področja bolezni in fitnesa vrste, habitata in delovanja ekosistema, lovljivosti in tudi v ekonomska in etična vprašanja (Putman, 2004; Smith, 2001; Mystreud, 2010; Deer ..., 2012).

Prvobitno je bil navadni jelen verjetno prebivalec stepe oziroma odprte gozdne pokrajine (Hafner, 2008), dandanj pa mozaična prepletenost antropogene pokrajine s habitatom divjadi pa je jelenjad, podobno kot veliko drugih vrst sesalcev, v veliki meri potisnila v gozd, kjer se predvsem podnevi skoraj v celoti zadržuje. Tudi obseg sezonskih migracij se je vzporedno z vse večjim vplivom človeka na življenjski prostor jelenjadi zmanjšal (Wagenknecht, 1996). To obenem povzroča večjo koncentracijo škod po jelenjadi v gozdovih, še posebej v okolici krmišč (Cooper, 2006; Bogovič, 2009; Dajčman, 2008), nakazuje pa tudi spremembe v ekologiji vrste. Če je že obseg posrednega antropogenega vpliva na jelenjad več kot zaznaven, pa so vplivi neposrednih ukrepov še toliko večji.

Jerina (2006) ugotavlja, da je bila oddaljenost od najbližjega krmišča spremenljivka, ki je najmočnejše pogojevala razlike v sezonski prostorski razporeditvi spremljane jelenjadi. Pozimi se je le-ta zbirala v okolici krmišč, v toplem delu leta pa je uporabljala njihovo širšo okolico. Številni avtorji ugotavljajo, da dopolnilno krmljenje zmanjšuje mobilnost vrste (Guillet in sod., 1996; Schmidt, 1993; Wagenknecht, 1996), spremeni lokalne vzorce prostorske razporeditve (Sahlsten in sod., 2010), vodi v centralizirano rabo habitatov – točkovno povečanje škod (van Beest in sod., 2010), lahko spremeni reprodukcijske vzorce in preko

spremembe naravne selekcije tudi genetiko (Baker in Hobbs, 1985; Carranza in sod.,1995; Mystreud, 2010), zmanjša obseg socialnega učenja, povzroča spremembo migracijskega vedenja ter lahko celo vodi v semi-domestifikacijo vrste (Mystreud, 2010).

Krmljenje jelenjadi je ukrep, ki je kompleksno vpet v časovni in prostorski sistem, v katerem se jelenjad srečuje z dejavniki okolja in antropogenimi vplivi. Za uspešno in smotrno upravljanje z divjadjo je potrebno temeljito poznavanje tega sistema in obravnavanje odzivov jelenjadi v okviru lokalnih razmer z iskanjem globalnih vzorcev. Prav to si pričujoče diplomsko delo zadaja za cilj, v veri, da je le s celostnim poznavanjem problematike mogoče minimizirati negativne ter povečati pozitivne učinke krmljenja.

2 PREGLED OBJAV

S problematiko krmljenja velikih rastlinojedih parkljarjev so se ukvarjale že nekatere raziskave v ZDA pretežno na primeru belorepega jelena (*Odocoileus virginianus*) (Beier in Mccullogh, 1990; Brown in Cooper, 2006; Cooper in sod., 2006; Lewis in Rongstad, 1998; Olsen in Lewis, 1994; Tarr in Pekins, 2002; Timmons in sod., 2010; Webb in sod., 2008; Web in sod., 2010), črnorepega (mulastega) jelena (*Odocoileus hemionus*) (Doman in Rasmussen, 1944; Baker in Hobbs, 1985) pa tudi jelenjadi (*Cervus elaphus*) (Christianson in Creel, 2007; Putman in Staines, 2004), v Veliki Britaniji (Škotska) na primeru jelenjadi (*Cervus elaphus*) (Smith, 2001; Putman in Staines, 2004), manj pa v Evropi. V Evropi so tovrstne raziskave potekale predvsem na primeru losa (*Alces alces*) (Van Beest in sod., 2010; Gundersen in sod., 2004; Sahlsten in sod., 2010) in srnjadi (*Capreolus capreolus*) v Skandinaviji (Guillet in sod., 1996), na primeru jelenjadi (*Cervus elaphus*) pa v Avstriji (Schmidt, 1993; Schmidt in Hoi, 2002; Deutz, 2009; Zandl, 2004), v Nemčiji (Hohmann, 2009) in pri nas (Adamič, 1990; Jerina, 2003, 2006, 2008).

Velik delež omenjenih raziskav je bil omejen na prehranske analize, popis škod, številne, predvsem starejše raziskave se opirajo zgolj na neposredno opazovanje živali, nekatere raziskave pa celo na opazovanje živali v ujetništvu. Nobena od omenjenih metod ne podaja dobre slike o časovni in prostorski dinamiki rabe habitatov – tovrstne podatke lahko ponudi le telemetrija.

Od naštetih raziskav jih je na telemetriji temeljilo zgolj sedem (Beier in Mccullogh, 1990; Cooper in sod., 2006; Guillet in sod., 1996; Jerina, 2003; Jerina, 2006; Sahlsten in sod., 2010; Webb in sod., 2008; Web in sod., 2010).

V raziskavah velikih rastlinojedih parkljarjev so vplivi krmljenja pogosto omenjeni, redkeje pa so v ospredju kot osrednji predmet raziskave. Izjeme so predvsem ekonomsko zanimivejši vidiki, kot so gozdne škode v bližini krmišč, stroški krmljenja ter vpliv krmljenja na mortaliteto, gostote in telesne teže velikih rastlinojedih parkljarjev.

Vplivi krmljenja na različne aspekte življenja jelenjadi se pogosto razlikujejo glede na proučevano državo ali regijo, kar kaže na to, da okoljski dejavniki, divjad in antropogeni poseg - krmljenje - tvorijo sistem z zapletenimi odnosi. Rezultati raziskav, ki se nanašajo na

povezavo med okoljskimi dejavniki in utilizacijo krmišča, so včasih kontroverzni in nakazujejo, da krmljenje ni enoznačen ukrep in ga je potrebno presojati znotraj danega časovnega in prostorskega okvira ob upoštevanju številnih faktorjev.

2.1 VPLIVI KRMLJENJA

Krmljenje je povezano z učinki na sledečih področjih:

- 1) **Bolezni, fitness vrste**
 - a. Manjšanje zimske mortalitete
 - b. Povečanje reprodukcijskega uspeha in plodnosti
 - c. Obolenja kot posledica neprimernega krmljenja
 - d. Povečanje verjetnosti prenosa okužb ob kontaktih na krmišču
 - e. Manjšanje genetske variabilnosti
- 2) **Habitat, funkcioniranje ekosistema**
 - a. Sprememba vegetacije
- 3) **Ekonomska vprašanja**
 - a. Preprečevanje/omejevanje škod na kmetijskih kulturah in gozdu
 - b. Stroški krmljenja
- 4) **Lovstvo**
 - a. Povečanje gostot
 - b. Povečanje telesnih tež
 - c. Izboljšanje kvalitete trofej
- 5) **Etična vprašanja**
 - a. Kondicioniranje na določen vir prehrane in semidomestifikacija

2.1.1 Bolezni, fitness vrste

a. Manjšanje zimske mortalitete

Adamič (1990) trdi, da je zimsko dopolnilno krmljenje dandanes nujen ukrep v upravljanju s populacijami jelenjadi, saj so zaradi sprememb rabe/namembnosti prostora prisiljene uporabljati suboptimalna območja zimovališč, ki se razlikujejo od optimalnih po količini dostopne hrane, varovalnih razmerah, lokalni klimi ter stopnji vznemirjanja. Kljub temu ugotavlja, da na območju raziskave (Kočevska) zimsko krmljenje ne zmanjšuje zimske mortalitete jelenjadi.

Zmanjšanje zimske mortalitete s krmljenjem potrjujeta npr. Baker in Hobbs (1985); Smith in Anderson (1998) poročata, da je krmljenje povzročilo kar polovično zmanjšanje zimske mortalitete telet. Avstrijska študija (Schmidt in Koi, 2002) poroča o zmanjšanem selekcijskem pritisku med krmljenimi enoletnimi živalmi. Olsen in Lewis (1994) poudarjata, da je mortaliteto mogoče zmanjšati le ob pravočasnem začetku krmljenja, tj. že v začetku zime, vendar je tudi v tem primeru uspešnost krmljenja odvisna od številnih dejavnikov, kot so kondicija živali na začetku zime (maščobne zaloge), ostrina zimskih razmer, ki sledijo, ter socialni rang živali. Posamezni živali, ki se navadi hraniti na krmišču, grozita dva izida, ki lahko celo poslabšata njeno kondicijo in možnosti za preživetje zime; 1) v ostrih zimskih razmerah se lahko zgodi, da žival ob dostopu na odprto in izpostavljeno krmišče izgubi več energije, kot jo lahko nadomesti s krmo, 2) živali nizkega socialnega ranga, ki prav tako obiskujejo krmišče, a zaradi svojega hierarhičnega položaja redkeje pridejo do hrane, tako izgubijo dragoceni čas, ki bi ga sicer porabile za iskanje hrane v naravi (Putman in Staines, 2004).

b. Povečanje reprodukcijskega uspeha in plodnosti

Kozak in sod. (1995, cit. po Putman, 2004) ugotavlja, da zimsko krmljenje poveča produkcijo mleka pri doječih košutah v naslednjem poletju.

Neposreden vpliv krmljenja na povečanje reprodukcijskega uspeha in plodnosti ni bil dokazan. Lahko se celo zgodi upad reprodukcije zaradi povečanih gostot (Putman 2004). Raziskave niso odkrile razlik v rasti fetusov (Bailey, 1999, cit. po Smith, 2001) ter razlik v teži novorojenih telet (Smith in sod., 1997) med krmljenimi in nekrmljenimi košutami.

c. Obolenja kot posledica neprimerne krmljenja

Jelenjad lahko s ponudbo močne hrane v obdobju, ko se organizem na zmanjšano ponudbo hrane v okolju prilagodi z zmanjšano presnovo, zapeljemo v nepotrebno prekomerno stimulacijo prebavil, kar povzroči še večjo lakoto. Obenem lahko pri nagli spremembi obroka pride do hudih prebavnih motenj, še posebej, če gre za hiter dvig beljakovin in ogljikovih hidratov v obroku (Hafner, 2008). Ob nenadni ponudbi hrane, bogate z ogljikovimi hidrati, obstaja možnost acidoze, ob pomanjkanju ogljikohidratne hrane pa lahko nastopi ketoza. Obe bolezenski stanji sta lahko usodni. Kadar krma vsebuje rastline iz družine križnic, obstaja

nevarnost zastrupitve z metilcisteinsulfoksidom, prav tako pa rastline iz družine križnic lahko vsebujejo glukozinolate, ki zavirajo delovanje ščitnice (Pestevšek, 1998).

Če krma ni pravilno skladiščena, ali pa se kopiči na krmišču, se lahko na njej razvijejo plesni, npr. *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, ki sproščajo nevarne alfatoksine, ki v prvi vrsti povzročajo manjšo reprodukcijo pri jelenjadi, lahko pa tudi resnejše zaplete (Davis, 1996).

d. Povečanje verjetnosti prenosa okužb ob kontaktih na krmišču

Na krmiščih se živali na istih lokacijah zbirajo v večjih gostotah kot navadno in to dolga leta zapored. Verjetnost telesnega kontakta je večja, prav tako je večja verjetnost, da bosta dva ali več osebkov v stiku z isto hrano, kar botruje temu, da so krmišča vozlišče prenosa okužb znotraj populacije iste vrste, lahko pa tudi prenosa okužb na druge vrste (Miller in sod., 2003; Smith, 2001; Schmitt in sod., 1997; Schmitt in sod., 2002 cit. po *Deer ...*, 2012). Cross (2007) poroča, da so izbruhi bruceloze pri jelenjadi v Yellowstoneu močno korelirali z obdobji krmljenja.

e. Manjšanje genetske variabilnosti

Krmljenje vpliva na reprodukcijske vzorce (Carranza in sod., 1995), predvsem na naravno selekcijo in s tem na genetiko vrste, saj zimsko dopolnilno krmljenje sovpada s časom, ko bi bila sicer selekcija največja (Mystreud, 2010). Baker in Hobbs (1985) sklepata, da je prav to razlog za zmanjšanje genetske kvalitete črnorepega (mulastega) jelena (*Odocoileus hemionus*) v krmljeni populaciji.

2.1.2 Habitat, funkcioniranje ekosistema

a. Sprememba vegetacije

Krmljenje lahko povzroči spremembe v prostorski razporeditvi rastlinojedov v smislu lokalnega povišanja gostot (Putman in Staines, 2004; Webb, 2008), velike gostote rastlinojedih živali pa povzročajo spremembo vegetacije, kar vpliva na vrednost habitatov (Smith, 2001).

Jelenjad z objedanjem mladja lahko zavira naravno pomlajevanje, ker pa je objedanje selektivno, to povzroča spremembo v vrstni sestavi vegetacije (Šlebir, 2011). Študije kažejo,

da objedenost gozdnega mladja upada z oddaljenostjo od krmišča (Bogovič, 2009; Gundersen in sod., 2004), kar kaže, da je vpliv rastlinojedih parkljarjev na gozdno vegetacijo najmočnejši prav v neposredni okolici krmišč.

2.1.3 Ekonomska vprašanja

a. Preprečevanje/omejevanje škode na kmetijskih kulturah in gozdu

Adamič (1989) meni, da z intenzivnim zimskim krmljenjem negativnih posledic koncentracij jelenjadi na okoliško rastlinstvo ne moremo popolnoma preprečiti, saj jelenjad najde pozimi v smrekovih drogovnjakih termalno kritje, zaradi varčevanja z energijo pa se takrat manj giblje in se hrani znotraj teh zimovališč.

Številni viri pričajo, da krmljenje samo po sebi ne zmanjšuje škod, pač pa jih prostorsko prerazporedi; večji pritisk je okoli krmišča, zato je pomembna predvsem razporeditev krmišč (Adamič, 1989; Gundersen in sod., 2004; Jerina, 2006; Dajčman, 2008; Bogovič, 2009).

Če krmljenje ni redno ali pa je po sestavi nepravilno, kar v praksi ni redkost, pa lahko beležimo celo porast škod v gozdu zaradi obgrizovanja in lupljenja; škode so najhujše, če se krmljenje po nekaj letih ukine. Živali se na krmišče navadijo in ga obiskujejo, ker pa ni založeno, si hrano poiščejo v neposredni bližini (Putman in Staines, 2004).

b. Stroški krmljenja

Krmljenje predstavlja enega največjih stroškovnih mest v gospodarjenju s prostoživečimi živalmi (Jerina, 2006; Smith, 2001), še posebej, če se ga izvaja pravilno in redno. Putman (2004) navaja neobjavljene podatke Schmidt K.T., da je cena krmljenja enega kosa jelenjadi eno sezono, ob predpostavki, da jelenjad del potreb lahko še vedno pokrije iz naravnih virov, 80 \$. Dejanski podatki iz zahodne Avstrije so 250 \$ na kos jelenjadi na sezono, v oborah pa so stroški še višji.

2.1.4 Lovstvo

a. Povečanje gostot

Lokalne gostote krmljene divjadi so v neposredni okolici krmišč izrazito povečane (Bogovič, 2009; Brown in Cooper, 2006; Gundersen et. al., 2004; Putman, 2004). Jerina (2006)

ugotavlja, da vplivna razdalja okoli krmišča, v kateri je povečanje lokalnih gostot močno, znaša 500 m, povečane gostote pa so tudi na razdalji 1500 m od krmišča še vedno zaznavne. Medtem ko so visoke gostote jelenjadi z vidika lova zaželeno, pa lahko povzročijo povečano kompeticijo, ki vodi v poslabšanje zdravstvenega stanja populacije in tudi v povečane pritiske na okoliško vegetacijo.

b. Povečanje telesnih tež

Jerina (2006) ni potrdil povezave med zimskim dopolnilnim krmljenjem in povečanjem telesnih tež. Smith (2001) poroča, da je včasih potencialni pozitivni vpliv krmljenja na telesne teže izničen z negativnimi vidiki krmljenja, kot so lažji prenos bolezni in prevelike gostote.

c. Izboljšanje kvalitete trofej

Putman (2004) poroča, da so v nekaterih študijah ugotovili večkratno povečanje visokokvalitetnih (nagrajenih) trofej po 20-letnem krmljenju, teže rogovja so se povečale tudi za 100 %. (podatki iz Avstrije), medtem ko raziskave npr. na Nizozemskem niso beležile vpliva krmljenja na kvaliteto trofej ali težo rogovja. To je mogoče pojasniti, saj je učinek krmljenja na trofeje odvisen od tega, kaj je v nekem specifičnem okolju omejujoč dejavnik rasti rogovja – če je to pomanjkanje mineralov v naravi dostopni hrani, lahko krmljenje to izboljša – učinek krmljenja pa je odvisen tudi od obdobja krmljenja, količine in tipa krme (predvsem od vsebnosti mineralov).

2.1.5 Etična vprašanja

a. Kondicioniranje na določen vir prehrane in semidomestikacija

Krmljenje je eden od pomembnih ukrepov, ki lahko vodijo v semidomestikacijo vrste (Mystreud, 2010). Človek s krmljenjem posredno in neposredno vpliva na divjad. Neposreden vpliv se kaže v kondicioniranju na določen vir prehrane; živali se na antropogeni vir prehrane odzovejo z zmanjšanimi območji aktivnosti (Jerina, 2006) in redukcijo migracijskih gibanj (Guillet in sod., 1996; Schmidt, 1993; Wagenknecht, 1996); lahko bi rekli, da se živali »navadijo« na ponujeni vir prehrane, saj predstavlja enostavno prehransko strategijo v času pomanjkanja. Adamič (1990) poroča, da so na Kočevskem opazili srnjad, ki je na krmiščih divjega prašiča pobirala nasuto koruzo tudi v poletnem času, ko so prehranske razmere optimalne. Tovrstno vedenje je prilagoditev na lahko dostopen vir dodatne hrane. Sčasoma je mogoče pričakovati, da bo takšno vedenje pogostejše in se bo naslednjih generacijah še

utrnilo (Jerina, 2006) preko socialnega učenja. Človek s krmljenjem tudi posredno vpliva na divjad preko prostorske razporeditve divjadi in spremembe naravne selekcije, kar se odraža v spremembah reprodukcijskih vzorcev ter spremembah v genetiki vrste (Mystreud, 2010, Perez-Gonzalez et. al., 2010). Ob tem se postavlja vprašanje, ali sploh lahko še govorimo o »divjadi«? Lahko se zgodi, da bo s krmljenjem fleksibilnost vrste zmanjšana do te mere, da bodo človeški posegi nujni za preživetje vrste.

2.2 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA INTENZITETO RABE KRMIŠČ

2.2.1 Zgodovina krmljenja

Kljub pomanjkanju neposrednih dokazov v literaturi, ki bi podprli trditev, da zgodovina krmljenja vpliva na intenziteto rabe krmišča, pa se številne študije tega vprašanja dotikajo posredno in s tem dajejo teoretično podlago za hipotezo, da se z dolgoletno prakso krmljenja utrjuje prilagojeno prostorsko vedenje jelenjadi.

Izkušnja o tem, kje je krmišče, se prenaša iz generacije v generacijo jelenjadi (von Rasfeld in Reulecke, 1991). Pri cervidih na izbiro in iskanje hrane namreč vplivajo predhodne izkušnje (Gillingham in Bunnell, 1989 – črnorepi (mulasti) jelen), predvsem pa se teleta prehranske strategije naučijo od matere (Edwards, 1976 cit. po Nolte, 1999 – los; McLoughlin, 2000 – jelenjad).

Krmljenje lahko oslabi socialno učenje migracijskega vedenja (Mystreud, 2010). V Alpah, kjer so zimske migracije v nižja področja še posebej značilne, je bilo ugotovljeno, da so skupine jelenjadi, ki so bile pozimi krmljene, izkazovale bolj konstantno in predvidljivo izbiro habitata (Schmidt, 1993). Migracije interpretiramo predvsem kot prilagoditev, namenjeno optimizaciji virov hrane. Če jemljemo sezonske migracije kot vedenje, ki ga sprožajo snežne razmere, z namenom, povečati prehranske vire, lahko predvidevamo, da bo krmljenje povzročilo: 1) zmanjšanje števila osebkov, ki migrirajo (Lewis in Rongstad, 1998 – belorepi jelen); 2) zmanjšanje migracijske razdalje; 3) zakasnitev migracij (Gundersen in sod., 2004). Migracijske poti in zimska IOA so vezana na tradicijo, saj teleta sledijo materam v zimovališča in v nadaljnjih letih vzpostavijo lastna zimska IOA, blizu tega njihove matere (Cederlund in sod. 1987, Andersen 1991). Obe raziskavi sta temeljili na telemetrijskem spremljanju samic losa (*Alces alces*) in njihovih telet. V prvem primeru je od materinega popolnoma ločeno IOA vzpostavilo le eno od desetih telet, v drugem primeru pa sta bili takšni le dve teleti od štirinajstih.

Študije poročajo, da krmljeni cervidi zmanjšajo svoja IOA (Guillet in sod., 1996 – srnjad; Schmidt, 1993 – alpska jelenjad). Tudi študije na drugih vrstah sesalcev kažejo, da krmljenje lahko dolgoročno spremeni obnašanje živali (Boutin, 1990).

2.2.2 Dostopnost hrane

Na dostopnost naravnih virov hrane vpliva predvsem dvoje: snežna odeja, ki otežuje ali celo onemogoča dostop do pritalnega rastja, ter sama vegetacijska sezona, ki je povezana z delom leta in zunanji temperaturami.

Kljub temu da viri navajajo, da jelenjad lahko z nogami koplje zimzelena zelišča tudi izpod snega (Adamič, 1982a, 1982b; Hafner, 2008), pa se je debelina snega v raziskavah izkazala kot odločujoč omejitveni dejavnik, ki vpliva na dostopnost vrst v zeliščnem in grmovnem sloju, ki predstavlja glavnino preferirane lažje prebavljive hrane (Hafner, 2008; McCulloch, 1990). Ozoga in Verme (1982, cit. po Adamič, 1990) poročata, da so belorepi jeleni pričeli obiskovati krmišča šele, ko je zapadel sneg, čeprav so bila založena že precej prej.

Prehranske analize poročajo o povezavi med deležem krme v vzorcih prehrane in ostrino zime. Iz prehranskih analiz pa ni mogoče neposredno sklepati na individualne odzive in samo rabo krmišč. V vzorcih prehrane jelenjadi v gojitvenem lovišču Jelen–Snežnik se je količina krme večala sorazmerno z višino snežne odeje, medtem ko na Kočevskem niso odkrili take povezave. Ugotovili pa so, da je bil pomen krme v vzorcih prehrane odvisen od števila dni s temperaturo pod -10°C (Adamič, 1990). Tudi drugi avtorji (Szukiel, 1981; Orthwein, 1985 cit. po Adamič, 1990) poročajo o povezavi med upadom zunanjih temperatur in povečanjem porabe krme.

Opažanja pri srnjadi so podobna; srnjad se preferenčno prehranjuje z zelnatimi rastlinami (Hoffman in sod., 1976; Cederlund in sod., 1980, cit. po Rehbindler, 1985), ki pa so ji v zimskem času ob povečanju debeline snežne odeje nedostopne; v prehrani srnjadi se takrat pojavljajo vejice in lubje, ki lahko predstavljajo tudi večji del zimske prehrane (Brozd in Osieki, 1973; Cederlund in sod., 1980; cit. po Rehbindler, 1985) in prav v takšnih obdobjih lahko krmljenje dopolni pomanjkljivo zimsko prehrano.

Raziskave smrtnosti črnorepega (mulastega) jelena, so pokazale, da sneg predstavlja pomembnejši omejujoč dejavnik, kot pa temperatura (Hobbs, 1989).

Tudi druge raziskave črnorepega (mulastega) jelena poročajo o spremembah vedenja ob snežni odeji nad 36 cm; živali počivajo več kot navadno, da varčujejo z energijo, in se zadržujejo na prostoru, ki jim nudi kar največ hrane in zaščite (Kufeld in sod., 1988). Pri jelenjadi aktivnost s snegom upada približno linearno do debeline snežne odeje 25 cm (Beier in McCullogh, 1990). Prostor, ki jim nudi največ hrane, v tem primeru predstavljajo prav krmišča. Ob naraščanju debeline snežne odeje do takšne mere, ki otežuje uporabo odprtih habitatov (saj je hoja v visokem snegu z vidika energijske bilance neugodna), pa se živali umaknejo v gozd z bogato grmovno plastjo (sestoji v pomlajevanju, izbiralno redčeni sestoji ipd.) (Jerina, 2006, 2008). Pogosto gre za gozd v bližini krmišč, kar pomeni povečan pritisk na vegetacijo in povzroča koncentrirane poškodbe zaradi objedanja in lupljenja v bližini krmišč (Bogovič, 2009; Dajčman, 2008; Gundersen et. al., 2004).

2.2.3 Stopnja iztrošenosti maščobnih zalog

V ostrejših vremenskih razmerah se maščobne zaloge v telesu trošijo hitreje, saj so energetski stroški prehranjevanja in termoregulacije večji. Ker nizko prebavljiva hrana, ki je pozimi na voljo v naravi, ne pokrije tekočih energijskih potreb, organizem to rešuje z zmanjšano aktivnostjo in katabolizmom maščobnih zalog (Tarr in Pekins, 2002). Največja stiska nastopi spomladi, ko so maščobne zaloge že izčrpane, naravnih virov sočne in z beljakovinami bogate hrane pa še ni. Potrebe se spomladi zelo povečajo zaradi razvoja zarodka pri brejih košutah in začetka rasti novega rogovja pri jelenih (Hafner, 2008).

Adamič (1990) navaja iztrošenost zimskih energijskih rezerv kot enega pomembnejših dejavnikov, ki vplivajo na povečano porabo krme.

Ostrino zimskih razmer različni avtorji opredeljujejo različno. V prvi vrsti gre za temperaturne in snežne razmere. Pri temperaturah so smiselne obravnave povezav med iztrošenostjo maščobnih zalog in številom dni pod določenim temperaturnim pragom, npr. 0 °C, -10 °C itn. Snežne razmere je mogoče opisati s kumulativno debelino novozapadlega snega v določenem obdobju ali s številom dni, ko snežna odeja presega določeno debelino (20 cm, 50 cm). V literaturi obstajajo tudi poskusi celostnega kvantificiranja ostrine zime s pomočjo kombiniranih indeksov ostrine zime, t. i. *Winter severity index* (WSI). Navedimo primer WSI, ki ga je razvil Department for Natural Resources, Wisconsin, USA za namen upravljanja z belorepim jelenom: indeks sestoji iz števila dni, ko je temperatura zraka nižja od

0 °F (-17,8 °C), in dni, ko debelina snežne odeje presega 18 inčev (45,7 cm). Dnevi, ko sta oba pogoja izpolnjena, so točkovani z dvema točkama. Točke se seštejejo za vse dni določenega zimskega obdobja; končna vsota predstavlja WSI za določeno lokacijo (Jacques, 2012). Nekateri WSI poleg zunanje temperature in snežne odeje vključujejo tudi hitrost vetra, vrednosti pa ponderirajo glede na relativne vplive dejavnikov na proučevano vrsto (Leckenby in Adams, 1986), npr. Vermejev indeks ostrine zime (VWSI) pa vključuje meritve z napravo »chillometer« (naprava, ki vsebuje vodo s stalno temperaturo 39 °F (3,9 °C) in meri energijo, potrebno za vzdrževanje te temperature ob dani zunanji temperaturi) ter napravo, ki meri vdiranje v sneg, posredno vdiranje živali (v navedeni raziskavi gre za belorepega jelena) ob hoji po snegu (Verme, 1968). Namen vseh indeksov ostrine zime je poenotiti in poenostaviti kvantifikacijo vpliva zimskih razmer na živali.

Na stopnjo iztrošenosti maščobnih zalog ne vpliva le ostrina zime, pač pa v veliki meri še 1) začetna količina maščobnih zalog v jeseni, 2) stopnja porabe maščobnih rezerv ob dani količini dostopne hrane 3) ter stres, povzročen ne le s strani vremenskih razmer, pač pa tudi antropogenih motenj (Olsen in Lewis, 1994)

To je pomembno za razumevanje dejstva, da lahko krmljenje zimsko mortaliteto zmanjša le do neke mere. Nekatere živali v zimo vstopajo s tako nizkimi maščobnimi zalogami, da jim dodatna ponujena krma ne more pomagati prebroditi težkih razmer, medtem ko nekatere začno zimo pripravljene tako dobro, da bi preživele tudi brez krmljenja. Krmljenje lahko odločilno pripomore k preživetju mejne skupine živali, ki ima precejšnje maščobne zaloge, ki pa v ostrih razmerah morda same po sebi ne bodo zadostovale (Olsen in Lewis, 1994). Krmljenje je uspešno le, če se začne že v jeseni ali zgodnjem začetku zime in tako živali omogoči kar največje nakopičenje maščobnih rezerv (Olsen in Lewis, 1994; Rosef in Arnemo, 2005). Kljub temu pa gre pričakovati, da se bodo živali na daljše obdobje ostrejših razmer odzvale s povečano uporabo krmišča.

2.2.4 Tveganje

Krmišča navadno ležijo na odprtem, na jasah, gozdnih robovih. Izstopanje na krmišče je za žival tvegano zaradi izpostavljenosti predatorjem, velja pa tudi omeniti, da je odstrel s prež ob krmiščih pomeben del lova. Dve tesno povezani dejstvi botrujeta temu, da izstopanje na

krmišče za žival predstavlja tveganje; odprta lega krmišča pomeni na eni strani daljše razdalje bežanja, na drugi strani pa večjo izpostavljenost živali zaradi vidljivosti.

Za žival ni tvegano le zadrževanje na krmišču, pač pa to velja za vse odprte habitate. Zato ne preseneča ugotovitev Beierja in McCullogha (1990) ter Kufelda (1988), da jelenjad uporablja zaprte vegetacijske tipe podnevi, odprte habitate pa predvsem v mraku, ponoči in ob zori.

Jelenjad je po naravi tako dnevno kot nočno aktivna. Tam, kjer ni motena, prevladuje predvsem dnevna aktivnost (von Rasfeld in Reulecke, 1992; Deutz in sod., 2009). Kamler in sod. (2007) poročajo, da pri jelenjadi v pragozdovih brez človekovega vpliva (primer Bialowieza) niso zasledili vrhunca aktivnosti ob zori in v mraku. V takšnih primerih na cirkadiano aktivnost jelenjadi vplivajo zgolj padavine, temperatura ter ritem prehranjevanja in prebave hrane (Kamler in sod., 2007) .

Da bi zmanjšala predacijsko tveganje, pa je jelenjad v antropogeni pokrajini vse bolj nočno aktivna. Vendar tudi ponoči pomeni izstopanje iz gozda na krmišča določeno tveganje, kar bi pričakovali še posebej v svetlih, jasnih, z luno obsijanih nočeh.

Nekatere študije niso zaznale vpliva lune na aktivnost živali (Kufeld in sod., 1988; Zagata in Haugen, 1974), druge so ugotovile povečano aktivnost ob polni luni (Kammermeyer, 1975; cit. po Beier in McCullogh, 1990) in povečanje kontaktov med živalmi ob polni luni (Kjær in sod., 2008). Beier in McCullogh (1990) nista odkrila vpliva lune na aktivnost živali poleti, jeseni in pozimi, spomladi pa se je aktivnost v nočeh z vidno luno zmanjšala za 3,7 % in je negativno korelirala z lunarno fazo. Newhouse (1973, cit. po Beier in McCullogh, 1990) je zabeležil upad rabe odprtih habitatov v času polne lune. Navedene raziskave so bile opravljene na vrstah *Odocoileus virginianus* in *Odocoileus hemionus*. Raziskava, ki je preučevala prehranjevanje vrste glodavca *Dipodomys ordii* z obcestno vegetacijo, je pokazala upad obiska v svetlih, z luno obsijanih nočeh, kar nakazuje, da je za živali izstopanje na odprto v svetlih nočeh povezano z določenim tveganjem (Stapp in Lindquist, 2007).

3 NAMEN NALOGE

Vpliv krmljenja na prostorsko razporeditev jelenjadi predhodne raziskave nakazujejo, redkeje pa tudi eksplicitno preučujejo, Pomanjkanje kompleksnih in podrobnih raziskav vplivov krmljenja pušča veliko neodgovorjenih vprašanj. Še bolj pereče je, da so iz upravljalškega vidika pomembni vplivi krmljenja v praksi vse premnogokrat prezrti. V pričujoči raziskavi si zato zadajamo podrobnejšo analizo prostorske in časovne dinamike sistema okoljski dejavniki – jelenjad – krmljenje. Vprašanje se torej glasi, v katerih razmerah je prostorska razporeditev jelenjadi močnejše zaznamovana s krmljenjem oz. pod kakšnimi pogoji jelenjad najintenzivneje uporablja krmišča. Na ta način želi raziskava podati vpogled v zapleten časovni in prostorski sistem in prikazati na kakšne vremenske razmere, v kakšnih časovnih okvirih in ob kakšnem zgodovinskem ozadju – tradicija in intenziteta krmljenja – se jelenjad odzove s povečano rabo krmišč.

V diplomskem delu bomo poskušali odgovoriti na sledeča konkretna vprašanja:

- Kako krmljenje vpliva na celoletno rabo prostora jelenjadi?
 - Primerjava gostote lokacij jelenjadi na krmišču in izven njega
- Kako se spreminja intenziteta rabe krmišča znotraj enega leta glede na posamezno žival, območje krmljenja, intenziteto in zgodovino krmljenja ter spol živali?
- Kakšna je dnevno-nočna dinamika rabe krmišča in 24-urni cikel rabe?
- Kako okoljski dejavniki vplivajo na intenziteto rabe krmišča?
 - Raba krmišča glede na prisotnost lune ter glede na osvetljeni delež lune
 - Raba krmišča glede na temperaturo (dnevne temperature, število dni z negativno temperaturo ter povprečne temperature v različnih časovnih vplivnih obdobjih)
 - Raba krmišča glede na snežne razmere (dnevna količina novozapadlega snega, kumulativna količina novozapadlega snega v različnih časovnih vplivnih obdobjih)
- Kakšna je dnevno-nočna dinamika aktivnosti divjadi?
 - Deleži različnih kategorij aktivnosti v 24-urnem ciklu
 - Kaj žival počne na krmišču (primerjava med deleži kategorij aktivnosti za lokacije na krmišču in izven njega)

4 DELOVNE HIPOTEZE

1) ZGODOVINA KRMLJENJA VPLIVA NA INTENZIVNOST RABE KRMIŠČA.

Prilagojeno vedenje živali se s časom utrjuje in prenaša na naslednje generacije, zato na območjih z daljšo tradicijo krmljenja pričakujemo intenzivnejšo rabo krmišč.

2) KO JE V NARAVI MANJ DOSTOPNIH VIROV HRANE, SE RABA KRMIŠČA POVEČA.

Na podlagi prehranskih analiz sklepamo, da živali uporabljajo krmišče pogosteje in se zadržujejo bližje krmišča v času, ko jim drugi viri hrane niso dostopni. Dostopnost hrane določata predvsem snežna odeja in nizke temperature, v katerih vegetacija ne uspeva. Pričakujemo, da bodo temperature (število dni z negativno temperaturo in dnevne vrednosti temperature) in novozapadli sneg vplivali na intenzivnost rabe krmišča.

3) VEČJA KO JE STOPNJA IZTROŠENOSTI MAŠČOBNIH ZALOG, POGOSTEJE BO ŽIVAL UPORABILA KRMIŠČE.

V ostrejših vremenskih razmerah se maščobne zaloge v telesu trošijo hitreje, saj so energetski stroški prehranjevanja in termoregulacije večji. Pri živalih, ki imajo na voljo krmišče, pričakujemo, da bo žival z avtohrano lažje dostopnosti hrane in varčevanja z energijo več časa preživela na krmišču. Ta pojav še posebej pričakujemo ob koncu zime, ko so maščobne zaloge že izčrpane, naravnih virov sočne in z beljakovinami bogate hrane še ni, potrebe pa se zelo povečajo zaradi razvoja zarodka pri brejih košutah in začetka rasti novega rogovja pri jelenih. Maščobnih zalog nismo merili neposredno, pač pa smo iztrošenost zalog ocenili posredno preko vremenskih razmer (kumulativne vrednosti novozapadlega snega, število dni z negativnimi temperaturami).

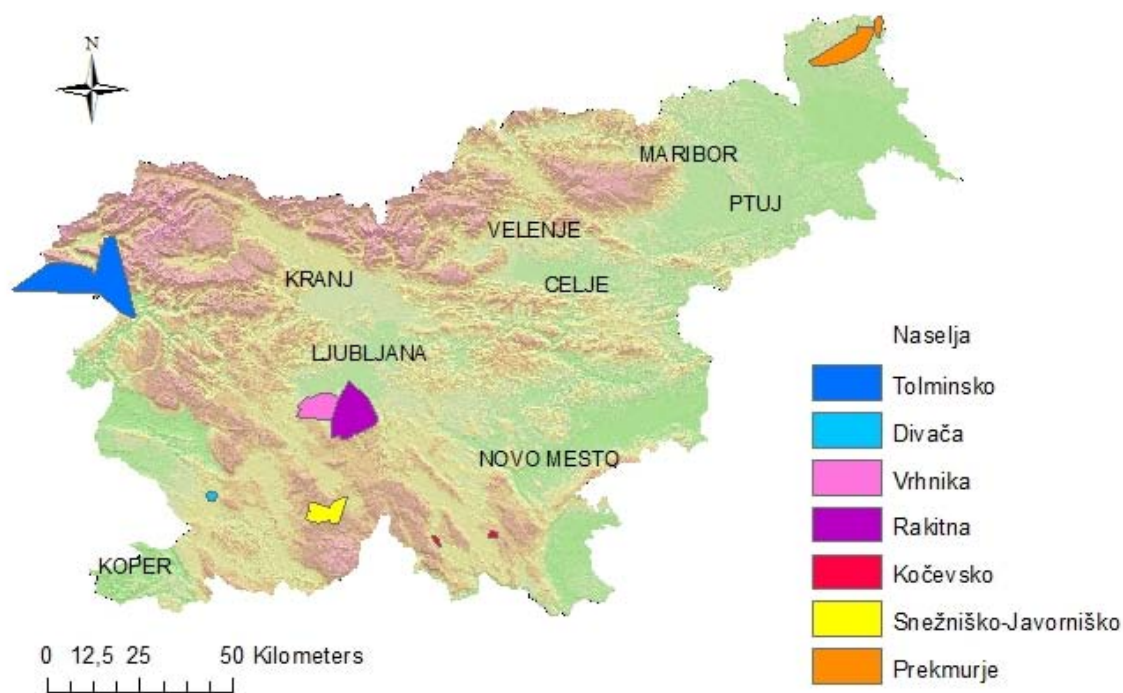
4) IZSTOPANJE NA KRMIŠČE PREDSTAVLJA TVEGANJE.

Tudi ponoči pomeni izstopanje iz gozda na krmišča, ki so navadno na odprtem, določeno tveganje, še posebej v jasnih, z luno obsijanih nočeh. Zato pričakujemo, da bo z naraščanjem svetlosti lune upadala intenziteta rabe krmišča. Svetlobne rezmere smo preučevali preko prisotnosti lune ter stopnje njene osvetljenosti.

5 OBMOČJA RAZISKAVE, PODATKI IN METODE DELA

5.1 OBMOČJA RAZISKAVE

Analize so bile izvedene na podlagi podatkov, zbranih s telemetrijskim spremljanjem jelenjadi v osmih različnih, prostorsko ločenih enotah po Sloveniji, ki smo jih uvrstili v sedem območij (Slika 1). Območja niso bila vnaprej izbrana za namen te raziskave. Zaradi široke amplitude ekoloških in meteoroloških razmer (Preglednica 1) ter pestrosti zgodovine in intezitete krmljenja (Preglednica 2) pa so podatki primerni za kompleksno obravnavo problematike in reprezentativno odslikujejo razmere za celotno populacijo jelenjadi v Sloveniji.



Slika 1: Območja telemetrijskega spremljanja jelenjadi

Površina posameznega območja je izračunana v programu ArcMap 10, na podlagi poligonske podatkovne plasti območij spremljanja (združena IOA). Povprečna, maksimalna in minimalna nadmorska višina so prav tako izračunane v programu ArcMap 10 na podlagi poligonske podatkovne plasti območij spremljanja in rastrske plasti digitalnega modela reliefa (»Digitalni model reliefa Slovenije 100 × 100« (Digitalni model ..., 1995), ki podaja nadmorske višine sredin kvadrantov 100-metrске mreže, ki prekriva vso Slovenijo) s pomočjo orodja Zonal statistics v ekstenziji Spatial Analyst.

Po isti metodi so izračunane povprečne temperature, padavine, povprečno število dni s snežno odejo ter povprečna skupna višina novozapadlega snega v sezoni na območjih. Rastrske podatkovne plasti, ki so bile podlaga za izračune, so bile izdelane na Agenciji Republike Slovenije za okolje in predstavljajo dolgoletna povprečja (obdobje 1971 – 2000). V rastrskih podatkovnih plasteh povprečnega števila dni s snežno odejo ter povprečne skupne višine novozapadlega snega leto ni definirano kot običajno koledarsko leto, ampak sezona, ki se začne s 1. julijem in konča s 30. junijem naslednjega leta.

Preglednica 1: Glavne značilnosti območij spremljanja jelenjadi

Območja	Tolminsko	Rakitna	Divača	Prekmurje	Kočevsko	Snežniško-Javorniško	Vrhnika
Površina (ha)	26828	12357	595	9177	808	5034	5965
Nadmorska višina povpr. (m)	638	646	521	290	672	985	497
Nadmorska višina min (m)	0	301	446	0	514	570	301
Nadmorska višina maks (m)	2191	1099	640	399	869	1278	811
Povprečna letna temperatura (°C)	8	7,7	9,7	9	7,7	6	8,4
Letna količina padavin (mm)	2768	1538	1500	800	1579	1761	1598
Povprečno število dni s snežno odejo v sezoni	60	66	25	36	72	90	52
Povpr. skup. višina novozapadlega snega v sezoni (cm)	180	200	66	75	221	241	168

Območja smo glede na intenziteto in zgodovino krmljenja uvrstili v tri kategorije: nizka, srednja in visoka intenziteta krmljenja. V kategorijo visoke intenzitete krmljenja smo uvrstili območja, kjer ima krmljenje dolgotrajno tradicijo, krmišča pa so obilno in redno založena. V kategorijo nizke intenzitete krmljenja smo uvrstili območja, kjer se krmi šele kratek čas in se ne krmi intenzivno. V kategorijo srednje intenzitete smo uvrstili območja, ki ne izstopajo po dolgotrajnosti/kratkotrajnosti krmljenja, krmi pa se z zmerno intenziteto.

Preglednica 2: Uvrstitev območij spremljanja v tri kategorije intenzitete krmljenja

Intenziteta krmljenja	Nizka	Srednja	Visoka
Območja	Rakitna Tolminsko	Prekmurje Divača	Kočevsko Snežniško-Javorniško Vrhnika

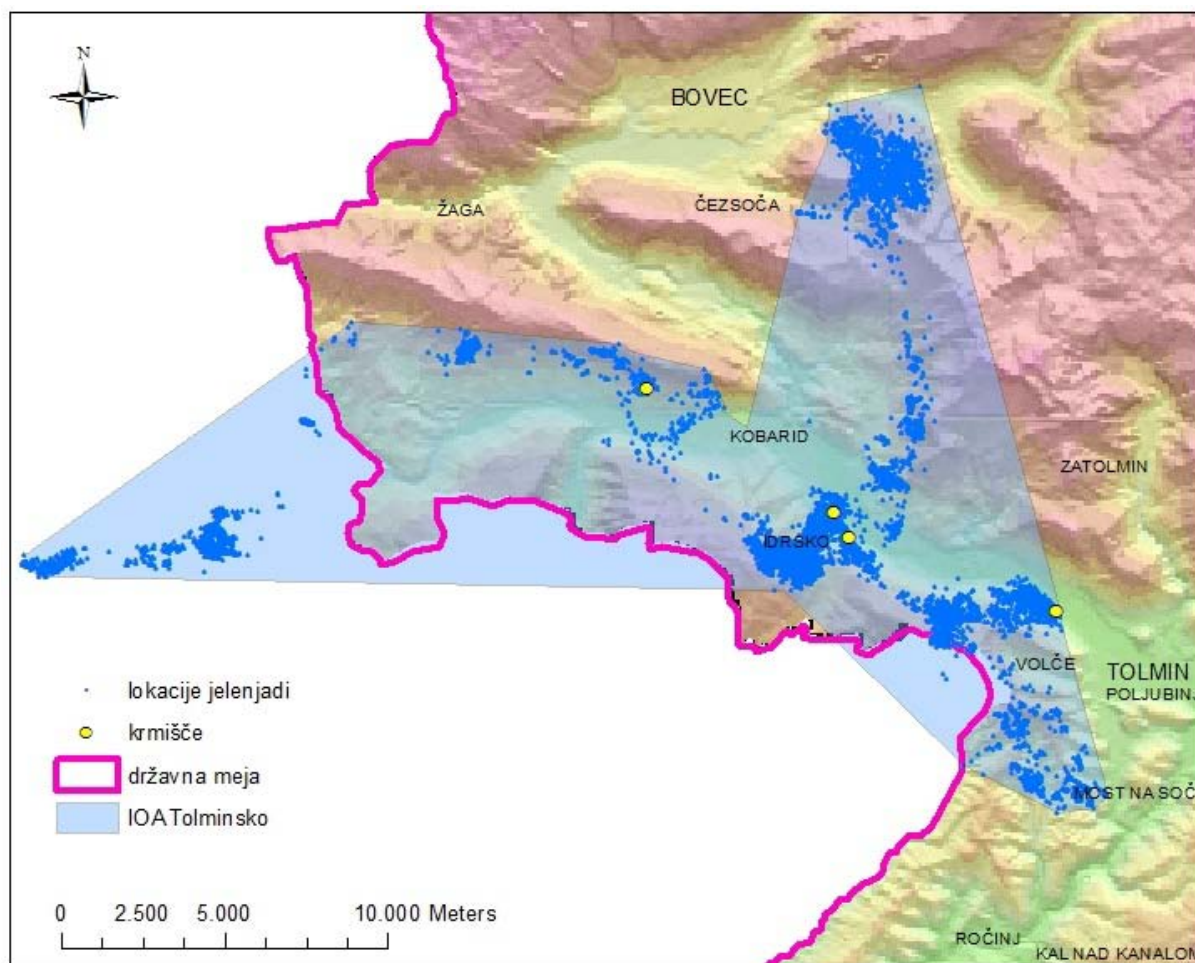
5.1.1 Kratka predstavitev območij

5.1.1.1 Tolminsko

Na Tolminskem je bilo spremljanih pet živali (dva jelena, tri košute), katerih IOA skupaj pokrivajo 26828 ha. Čeprav IOA segajo preko državne meje na italijansko ozemlje, smo v analize vključili le lokacije znotraj Republike Slovenije, saj se v Italiji divjadi ne krmi.

Območje leži v pretežno dolinskem področju Tamarja in doline Soče, obenem pa na vseh štirih straneh sega v visokogorje (na severu Bavški Grintovec, 2347 m; na jugu Matajur, 1642 m; na vzhodu Stol, 1673 m in na zahodu Krn 2244). Teren je razgiban z najnižjo točko 0 m nad morjem in najvišjo točko 2191 m, povprečna nadmorska višina na območju spremljanja pa znaša 638 metrov. Povprečna letna temperatura je 8° C, letna količina padavin pa dobrih 2700 mm in je najvišja med sedmimi območji, obravnavanimi v pričujoči raziskavi. Snežna odeja je prisotna v povprečju 60 dni na sezono, povprečna skupna višina novozapadlega snega v sezoni pa znaša 180 cm.

Krmljenje jelenjadi je na tem območju prisotno šele kratek čas in ni intenzivno; na večini odlovnih mest je bilo prvič uvedeno šele za namen odlova.

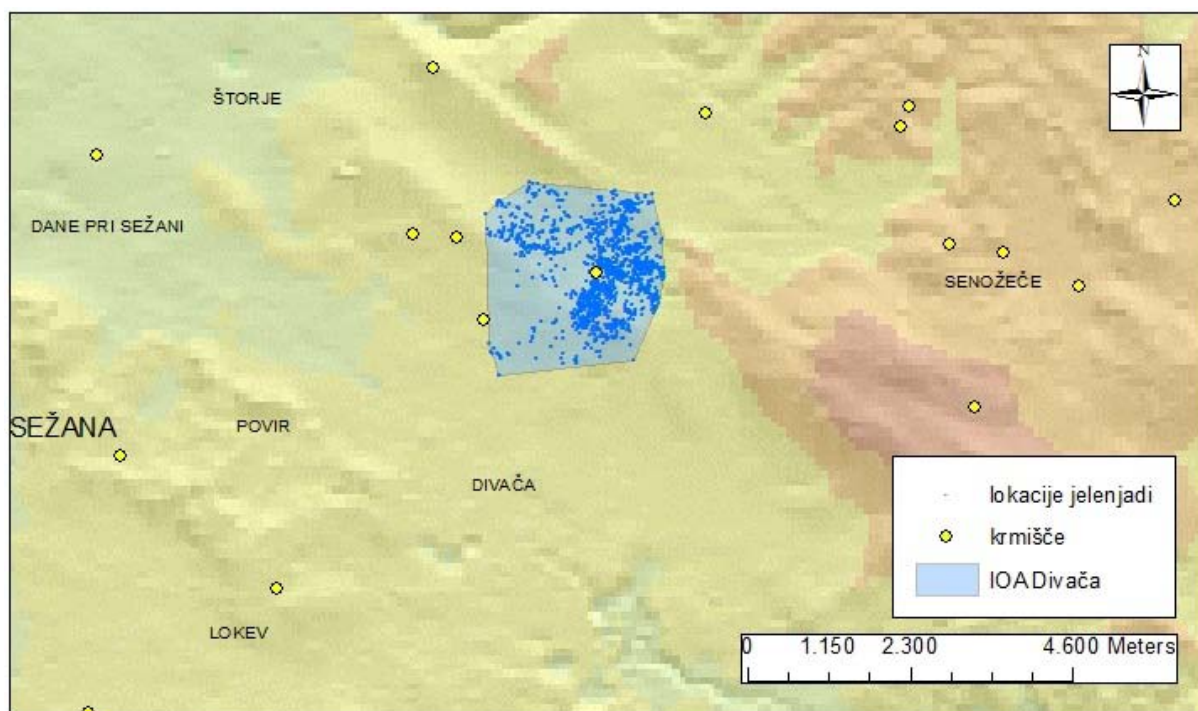


Slika 2: Območje raziskave Tolminsko

5.1.1.2 Divača

IOA spremljane košute pokriva 595 ha pretežno ravninskega področja (povprečna nadmorska višina 521 m), ki se razteza med Dolenjo vasjo na severu, Divačo na jugu, Bresotvico pri Povirju na vzhodu in Senožecami na zahodu. Avtocesta omejuje območje z južne (A3) in zahodne strani (A1). Povprečna letna temperatura tu znaša visokih 9,7 °C, letna količina padavin pa 1500 mm. Snežne razmere so mile, s povprečno le 25 dnevi snežne odeje in skupno 66 cm novozapadlega snega v sezoni.

Krmljenje se tu izvaja s srednjo jakostjo. Spremljana košuta je tako v svojem IOA kot v njegovi neposredni bližini imela na voljo krmišča (Slika 3), vendar prostorska razporeditev posnetih lokacij ne nakazuje rabe – ni opaznih zgostitev lokacij v okolici krmišča.



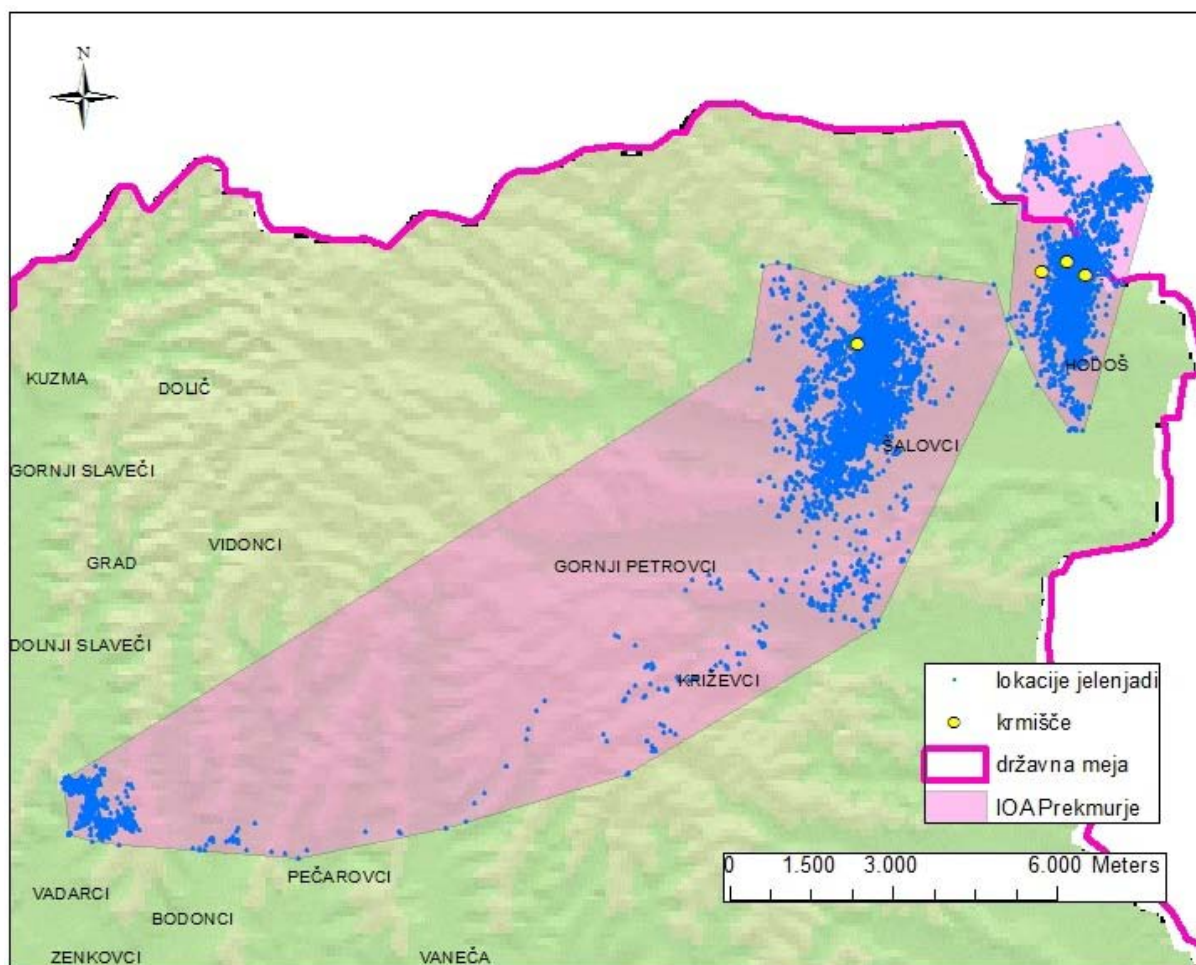
Slika 3: Območje raziskave Divača

5.1.1.3 Prekmurje

V Prekmurju so bile spremljane tri živali. Skupna površina njihovih IOA znaša 9177 ha in zajema tudi del madžarskega ozemlja, v analize pa smo vključili le podatke znotraj ozemlja Republike Slovenije.

Območje na svoji severovzhodni meji sega preko mejnega prehoda Hodoš in se razteza proti jugozahodu, domala do Ledavskega jezera. Gre za povečini ravninski do gričevnat teren s povprečno nadmorsko višino 290 m. Povprečna letna temperatura je visoka (9 °C), padavin pa je malo (800 mm). Snežne razmere so mile s povprečno 36 dnevi snežne odeje in skupno 75 cm novozapadlega snega v sezoni.

Intenziteta krmljenja je srednja.



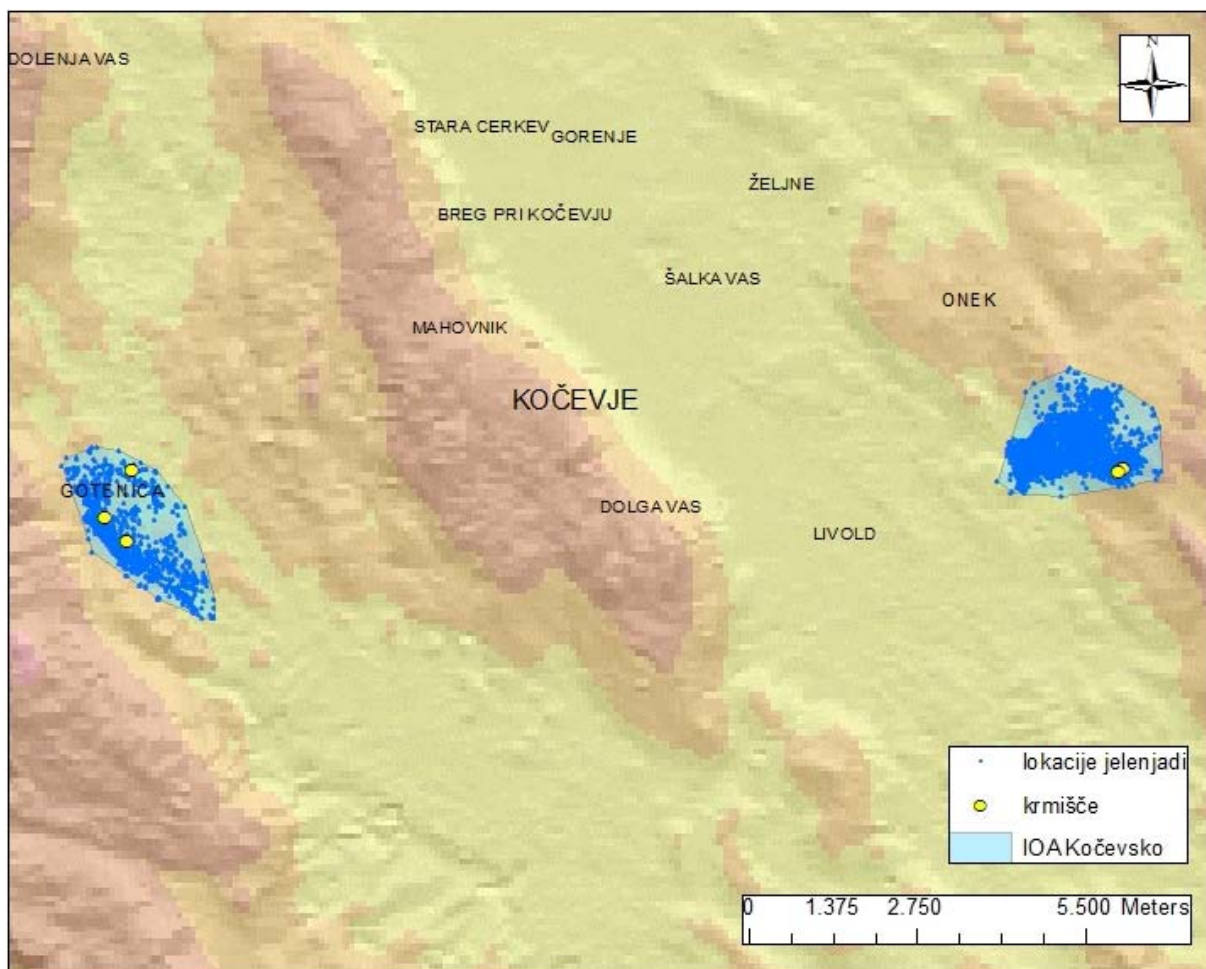
Slika 4: Območje raziskave Prekmurje

5.1.1.4 Kočevsko

Na Kočevskem sta bili v dveh ločenih prostorskih enotah (Gotenica in Onek) spremljani dve živali, katerih IOA skupno znaša 808 ha. Zaradi enotnega upravljanja jelenjadi in precej podobnih ekoloških razmer smo v analizah obe prostorski enoti upoštevali kot enotno populacijsko območje jelenjadi (Jerina, 2006).

Povprečna nadmorska višina v območju znaša 672 m, teren je razgiban. Dolgoletno temperaturno povprečje je 7,7 °C, padavinsko pa dobrih 1500 mm. Snežna odeja je prisotna v povprečju 72 dni s skupno kar 221 cm novozapadlega snega v sezoni.

Krmljenje je med vsemi raziskovalnimi območji tod najbolj intenzivno, krmišča so redno oskrbovana čez vso zimo (Jerina, 2006).

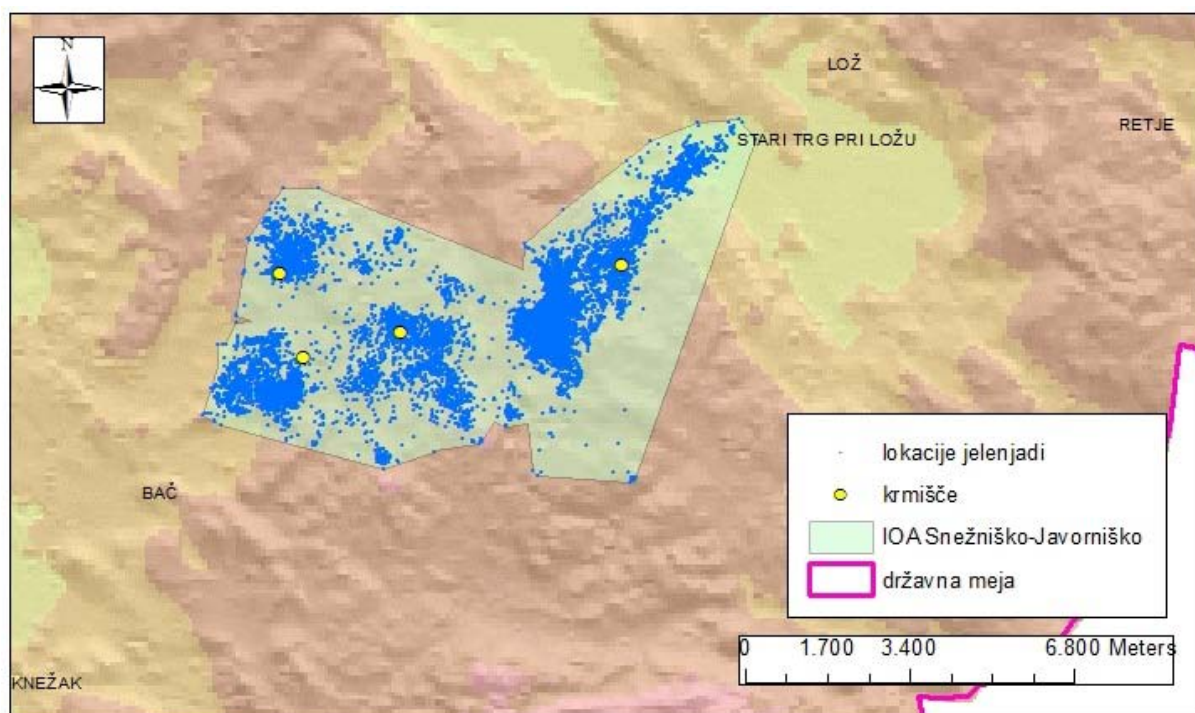


Slika 5: Območje raziskave Kočevsko

5.1.1.5 Snežniško-Javorniško

V Snežniško–Javorniškem območju je bilo spremljanih 5 košut na skupno 5034 ha. Gre za razgiban kraški teren z razponom nadmorskih višin med 570 in 1278 m, v povprečju okoli 900 m. Glavnina območja raziskave je prekrita z gozdom, saj je Snežniško–Javorniški masiv največji strnjen gozdni kompleks v Sloveniji. Med vsemi območji, ki jih ta raziskava obravnava, je povprečna temperatura tu najnižja (6 °C), območje pa prednjači tako po številu dni s snežno odejo (90) kot skupno višino novozapadlega snega v sezoni (241 cm). Skupna povprečna letna količina padavin je dobrih 1700 mm.

Krmljenje je urejeno na velikih krmiščih, ki so razporejena skoraj po celotnem lovišču (povprečno 3 na 100 ha) in so oskrbovana preko celotne zime (Jerina, 2006).



Slika 6: Območje raziskave Snežniško-Javorniško

5.1.1.6 Vrhnika

Na območju Vrhnik so bile spremljane tri košute s skupno površino IOA 5965 ha. Večina raziskovalnega območja se nahaja na Menišiji, razgibani kraški planoti, ki se razteza od barjanskih nižin na 300 m nmv do preko 800 m nmv (v povprečju 500 m).

Povprečna dolgoletna temperatura znaša 8,4 °C, padavine pa okrog 1600 mm. Dni s snežno odejo je v sezoni povprečno 52, skupno pa zapade 168 cm snega.

Z vidika krmljenja je območje raznoliko, saj se zimsko dopolnilno krmljenje na krmiščih v gojitvenem lovišču Ljubljanski vrh izvaja precej bolj intenzivno kot v lovskih družinah, ki pokrivajo preostale dele območja. Zaradi intenzivnega krmljenja so koncentracije jelenjadi v lovišču zlasti pozimi precej večje kot pri sosednjih lovskih družinah (Jerina, 2006).

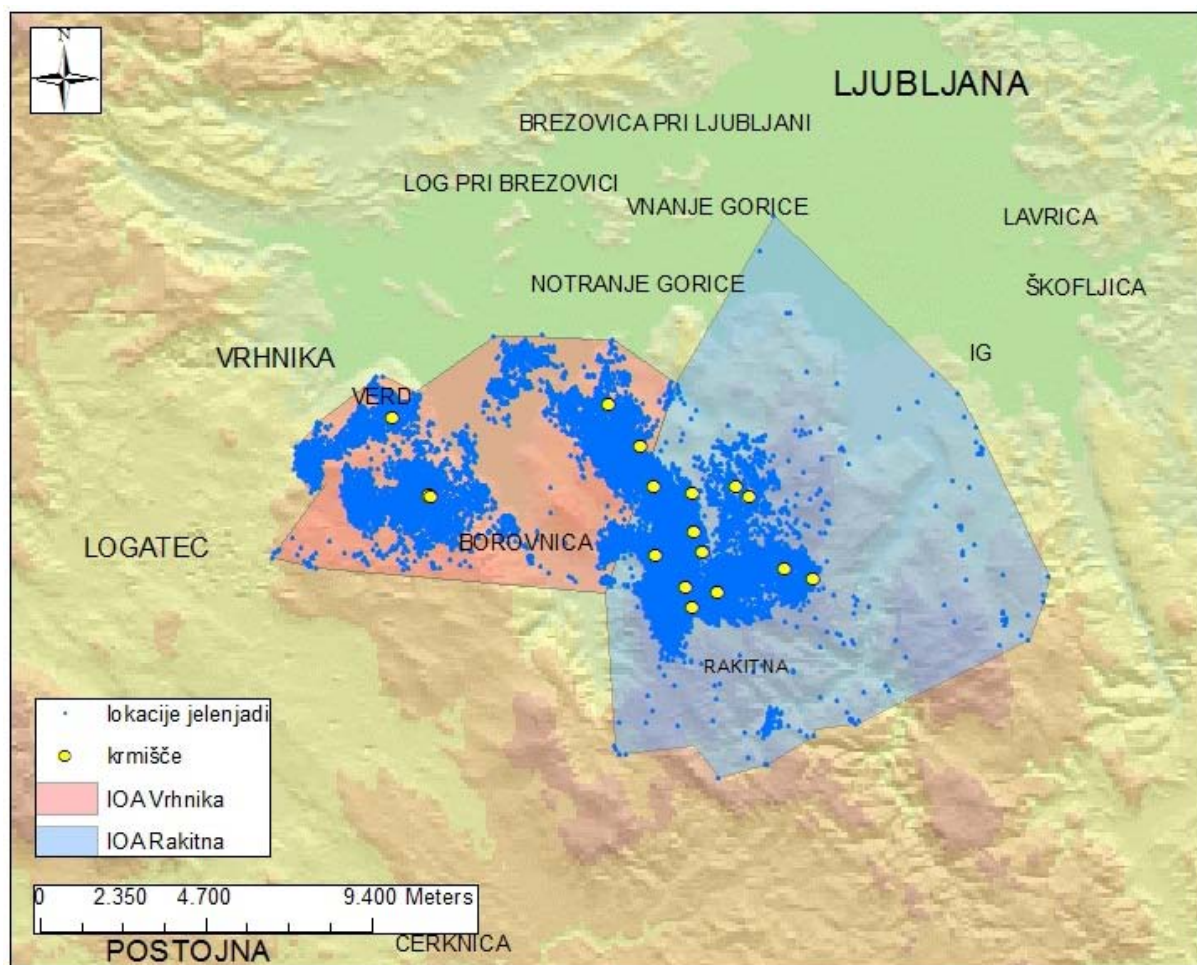
5.1.1.7 Rakitna

Območje, na katerem je bilo spremljanih pet živali (štiri košute in en jelen) in skupno pokriva 12357 ha, se razteza med Črno vasjo na severu, Rakitno na jugu, preko Iškega Vintgarja do Golega na vzhodu, na zahodu pa meji na območje Vrhnika. Kljub prostorski povezanosti smo

območji analizirali ločeno, zaradi odločilnih razlik v gospodarjenju z jelenjadjo, predvsem v intenziteti krmljenja, ki je na območju Rakitna nizka.

Na Rakitni je bilo krmljenje uvedeno šele pred kratkim, je neredno, krmi pa se le z manjšimi količinami krme. Nasprotno pa se na Menišiji (območje raziskave Vrhnika), ki meji na območje raziskave Rakitna, intenzivno krmi že desetletja. Ker je zgradba habitatov na Rakitni in na Menišiji enaka, zgodovina in izvajanje krmljenja pa sta diametralno različna, je primerjava območij idealna za analizo učinkov krmljenja.

Topografsko izjemno razgiban teren na območju raziskave Rakitna (med 301 in 1099 m nadmorske višine, v povprečju 646 m) botruje tudi raznolikim temperaturnim in snežnim razmeram. V povprečju pa je povprečna letna temperatura 7,7 °C, povprečna letna količina padavin dobrih 1500 mm, skupno število dni s snežno odejo pa 66 s skupno 200 cm novozapadlega snega v sezoni.



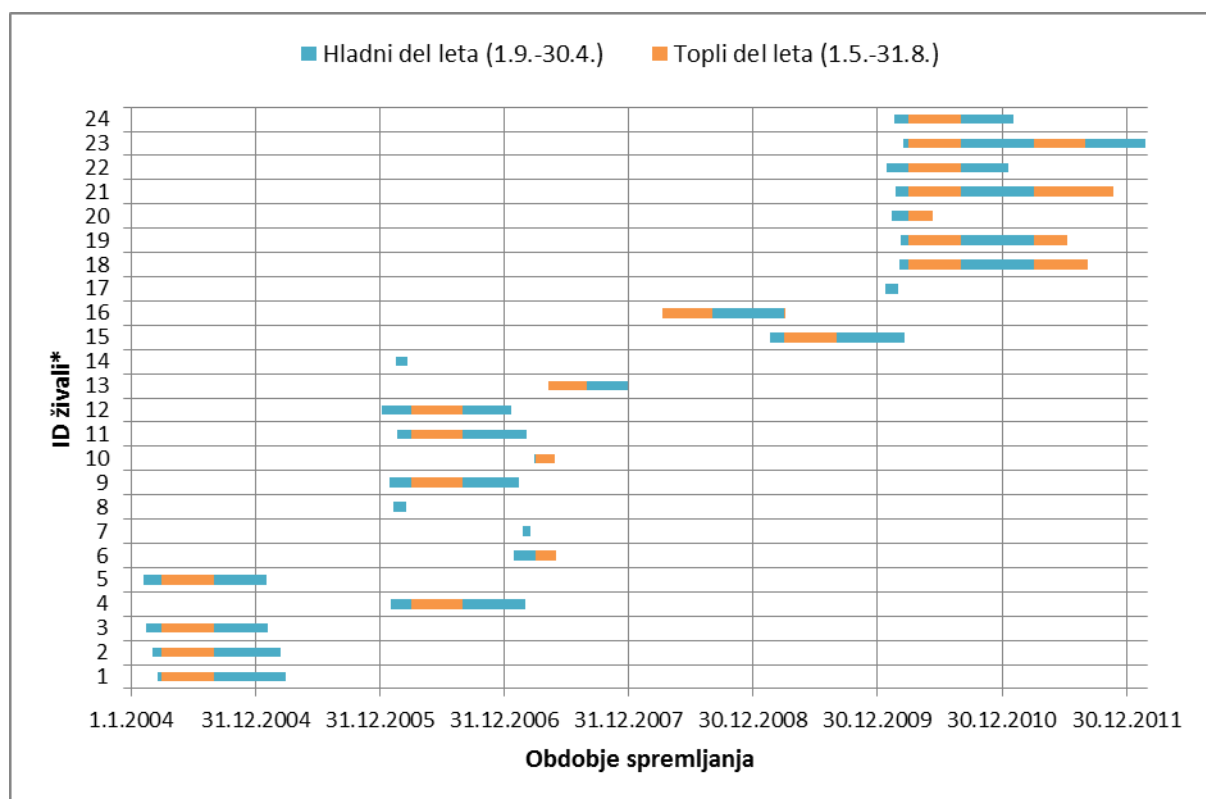
Slika 7: Raziskovalni območji Vrhnika in Rakitna

5.2 ZBIRANJE IN PRIPRAVA PODATKOV O LOKACIJAH IN AKTIVNOSTI JELENJADI

Za vseh sedem območij spremljanja so bili zbrani podatki o lokacijah in točkovni aktivnosti jelenjadi. Pred začetkom spremljanja so bile živali odlovljene in opremljene z GPS ovratnicami (Vectronic Aerospace GmbH).

Odlov in telemetrijsko spremljanje sta potekala v letih 2004 – 2012 (Slika 8) v okviru več CRP (Ciljni raziskovalni program) projektov (Proučevanje značilnosti populacijskih območij, 1. 1. 2002 – 28. 5. 2005, vodja dr. Miha Adamič; Velika rastlinojeda divjad in razvojna dinamika gozdnih ekosistemov: preučevanje vplivov izbranih okoljskih in populacijskih parametrov ter gozdno-gojitvenih sistemov na zmožnost naravne obnove, 1. 10. 2006 – 20. 9. 2008, vodja dr. Klemen Jerina; Prostorska razširjenost, vitalnost in populacijska dinamika prostoživečih vrst parkljarjev v Sloveniji: preučevanje vplivov okoljskih in vrstno-specifičnih dejavnikov ter napovedovanje razvojnih trendov, 1. 1. 2008 – 31. 8. 2010, vodja dr. Klemen Jerina). Postopki odlova in opremljanja živali s telemetrijskimi ovratnicami so opisani v: Prostorska razporeditev, območja aktivnosti in telesna masa jelenjadi (*Cervus elaphus*, L.) glede na okoljske dejavnike (Jerina 2006). Telemetrijsko spremljanje nekaterih košut in jelenov je potekalo tudi po izteku projektne dobe. Pri odlovu avtorica naloge ni sodelovala, vključevala pa se je v terensko delo – snemanje telemetrijskih podatkov letih 2010 – 2012.

V spremljanje je bilo vključenih 24 kosov jelenjadi, od tega 21 košut in 3 jeleni. Skupno smo razpolagali z 134159 posnetki lokacij ter 1927171 posnetki aktivnosti (Preglednica 3).



*ID živali predstavlja zaporedno identifikacijsko številko, ki je bila za namene raziskave pripisana posameznemu telemetrijsko spremljanemu osebkcu.

Slika 8 : Časovni potek telemetrijskega spremljanja

Topli in hladni del leta smo razmejili na podlagi lastnih podatkov o pogostnosti rabe krmišča po mesecih ter na podlagi literature. Adamič (1990) ugotavlja povečano pogostnost krme v vzorcih prehrane jelenjadi med novembrom in aprilom, ko se jelenjad zadržuje v območjih prezimovanja, Jerina (2006) pa v svoji raziskavi ugotavlja, da so se spremljani osebki jelenjadi pomaknili v bližino krmišč med septembrom in novembrom in ostali tam vso zimo, do konca marca. Izbrali smo časovni interval, ki je širši od obeh navedenih, da ne bi izločili vplivov krmljenja v prehodnem obdobju.

Košuto št. 10 smo izločili iz analiz, saj je bila spremljana le v obdobju, ko živali krmišč ne uporabljajo in zato ni bila relevantna za našo raziskavo.

Preglednica 3: Območna pripadnost, spol, čas spremljanja ter število posnetih podatkov za posamezno žival

Območje	ID živali	Spol	Začetek spremljanja	Dolžina spremljanja (dni)	Število posnetih lokacij	Število posnetih aktivnosti
Tolminsko	7	M	23.2.2007	22	157	0
	8	M	10.2.2006	38	356	10809
	9	F	29.1.2006	378	6036	107426
	11	F	22.2.2006	379	6856	107431
	12	F	7.1.2006	378	4134	107413
Rakitna	18	F	4.3.2010	582	13339	165446
	19	F	7.3.2010	518	12324	147491
	21	F	22.2.2010	668	13656	189860
	23	F	16.3.2010	708	13432	176981
	24	M	17.2.2010	348	8132	47412
Prekmurje	2	F	3.3.2004	378	4895	107405
	4	F	1.2.2006	395	6693	108357
	14	F	17.2.2006	35	616	10000
Divača	6	F	28.1.2007	155	1870	887
Kočevsko	1	F	18.3.2004	378	6730	107432
	3	F	14.2.2004	357	2054	101314
Snežniško-Javorniško	5	F	6.2.2004	361	2977	101146
	10	F	31.3.2007	89	1533	25239
	13	F	10.5.2007	233	1809	0
	15	F	19.2.2009	392	7049	111413
	16	F	8.4.2008	391	8219	111412
Vrhnika	17	F	22.1.2010	38	551	10833
	20	F	8.2.2010	151	2774	37961
	22	F	24.1.2010	360	7967	33503

5.2.1 Snemanje lokacij in aktivnosti z GPS telemetrijskim sistemom

Določanje trenutne lokacije živali poteka na podlagi GPS (Global positioning system) sprejemnika, ki je integralni del GPS telemetrijske ovratnice. Sprejemnik beleži signale satelitov in na osnovi razlik časa, ob katerem so bili poslani in sprejeti, ter poznane hitrosti potovanja signala določi trenutne oddaljenosti posameznih satelitov, na osnovi poznanih lokacij satelitov in njihove oddaljenosti pa določi lastno lokacijo. Za določitev lokacije je potreben signal vsaj štirih satelitov. Čeprav naj bi bilo z vsake točke idealiziranega neporaščenega zemeljskega površja vselej »vidnih« 5 do 8 satelitov, pa vegetacija skupaj z lastnostmi terena lahko preko odbojev in uklonov satelitskega signala povzroči, da so »vidni« tudi manj kot štirje sateliti. V takšnem primeru lokacije ni mogoče določiti. Tako lahko prihaja do sistematične napake uspeha snemanj lokacij glede na vegetacijske značilnosti mesta snemanja. Delež uspešnih snemanj je večji na odprtem kot pa v gozdu, kar botruje manjšemu deležu uspešnih snemanj podnevi, ko se jelenjad zadržuje skoraj izključno v gozdu, v primerjavi z nočjo, ko živali pogosteje izstopajo na odprto. Kljub temu je s pomočjo GPS telemetrije v primerjavi s klasično VHF telemetrijo mogoče posneti zelo veliko število zelo točnih lokacij (Jerina, 2006).

Sestavni deli uporabljene telemetrijske opreme izdelovalca Vectronic Aerospace GmbH so ovratnica z GPS sprejemnikom, senzorjem za aktivnost v x in y smeri, senzorjem za zunanjo temperaturo, baterijo, pomnilnikom, VHF oddajnikom in sistemom za samodejno odpadanje ovratnice po vnaprej določenem času ter vsa pripadajoča podporna strojna in programska oprema za prenos posnetih podatkov od ovratnice do uporabnika.

Ovratnice so bile nastavljene tako, da so vsako polno uro snemale lokacije spremljanih živali in rezultate sproti shranjevale v notranji mikroprocesorski pomnilnik, senzorji za merjenje točkovne aktivnosti in temperature pa so tovarniško nastavljeni tako, da vsakih 5 sekund opravijo meritev in sproti shranjujejo povprečne vrednosti vseh meritev, opravljenih v zadnjih petih minutah.

V smislu dvosmerne komunikacije z uporabnikom sta bili v raziskavi uporabljeni dve vrsti ovratnic: ovratnice z VHF dvosmerno komunikacijo ter ovratnice z GSM komunikacijo. Pridobivanje podatkov iz prvih poteka z obiskom na terenu, kjer se komunikacija z ovratnico vzpostavi preko ročnega VHF terminala (VHF handheld Terminal) in antene, čemur sledi

prenos podatkov iz ovratnice. Slabost tega načina je, da je vzpostavitev povezave mogoča le na nekaj stometrski oddaljenosti od spremljane živali. Ovratnice z možnostjo GSM komunikacije omogočajo prenos podatkov preko SMS storitve. Kako pogost bo ta prenos, je odločitev uporabnika; lahko je prenesen vsak posneti podatek ali pa le nekateri (nekajkrat dnevno, tedensko), ki služijo za lažje lociranje živali in prenos podatkov na terenu po VHF metodi. Notranji mikroprocesorski pomnilnik ovratnice ohranja posnete podatke tudi ob izpadu napajanja, kar ob najdbi odpadle ovratnice omogoča prenos vseh podatkov, ki so bili posneti v času spremljanja (Vectronic ..., 2012).

5.2.2 Priprava podatkov o aktivnosti

Snemanje podatkov o aktivnosti temelji na senzorjih aktivnosti na ovratnici. Gre za senzorja, ki merita pospeške v dveh ortogonalnih smereh – x in y. Meritve pospeškov so opravljene avtomatsko vsakih 6 do 8 sekund in nato shranjene kot rang povprečenih vrednosti meritev (razpon rangov 0 - 255) v določenem časovnem intervalu, v našem primeru vsakih 5 minut.

Na izmerjene vrednosti pa ne vpliva zgolj gibanje živali, pač pa tudi drugi faktorji, predvsem tesnost ovratnice. Le-ta se lahko pri isti živali med sezonami precej spremeni. Individualna metoda za merjenje stopnje aktivnosti (Gervasi, 2006) predvideva tipično bimodalno frekvenčno porazdelitev posnetkov aktivnosti. Če je ovratnica nameščena ohlapno, pa to lahko pripelje do večjega deleža višjih vrednosti posnetih aktivnosti.

Takšen vzorec se je ob preverjanju frekvenčne porazdelitve posnetkov aktivnosti pojavil pri petih spremljanih živalih (štirih košutah: ID 15, 16, 20 in 22 ter enem jelenu: ID 24). Te živali so bile izločene iz nadaljnjih analiz aktivnosti. Analize aktivnosti tako temeljijo na 1585470 posnetkih aktivnosti 17 živali.

Za analizo podatkov o aktivnosti smo uporabili metodo, ki jo predlaga Löttker in sod. (2009). Prednost metode je v tem, da omogoča več kot zgolj binarno delitev (aktivno/pasivno). Metoda namreč pripiše kategorijo (počitek, hranjenje/počasno gibanje, hitro gibanje) določenim intervalom vrednosti posnetkov aktivnosti. Uporabili smo v članku navedene mejne vrednosti za meritve v smeri x, saj so se v raziskavi Löttker in sod. (2009) najbolj ujemale z opazovanim vedenjem (97,3 %) in so v primeru spremljanja živali različnih spolov in starosti priporočene kot najbolj merodajne (Löttker in sod., 2009).

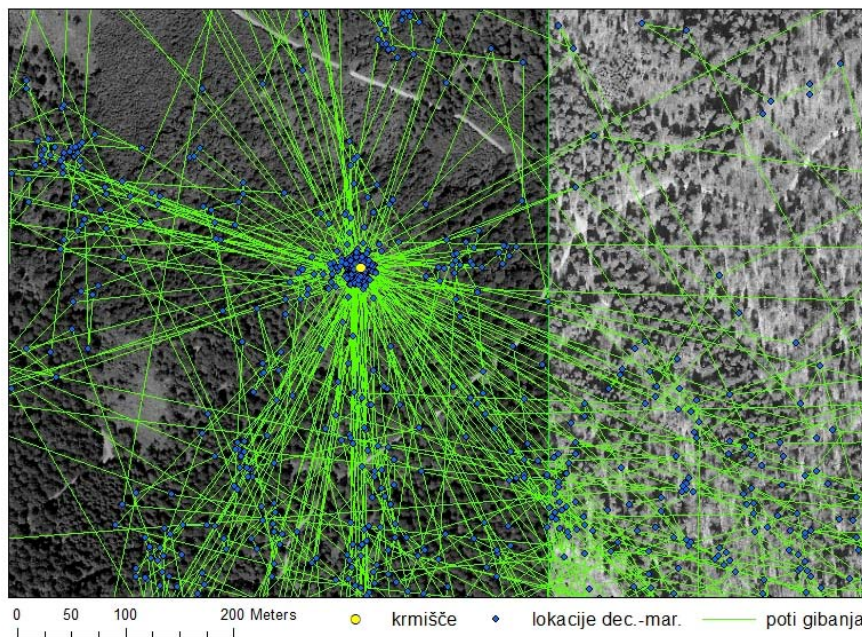
Tako je vsak posnetek aktivnosti dobil pripadajočo vedenjsko kategorijo, ki smo jo povezali s posnetimi lokacijami. Ker so lokacije snemane ob polni uri, aktivnost pa vsakih pet minut, smo vsaki posneti lokaciji pripisali posnete aktivnosti pol ure pred posnetkom lokacije in pol ure po njem. Tako je vsaka lokacija dobila pripadajoči delež vsake izmed treh kategorij vedenja, ki ga je žival izkazovala v roku ene ure okrog posnetka lokacije. S pomočjo teh podatkov smo določili, kaj živali počno na krmišču.

Tako pripravljene podatki o aktivnosti nam lahko pomagajo odgovoriti na vprašanje, ali se živali, glede na pridobljeno hrano (podatki prehranskih analiz), delež aktivnega časa, ki ga preživi na krmišču, izplača. Pri tem je potrebno upoštevati, da tako pridobljen sklep lahko precenjuje pomen krmljenja iz dveh razlogov. Metoda ne upošteva izgube časa in energije, ki ju žival porabi za prihod na krmišče, niti ne upošteva dejstva, da deleža krme v prehranskem vzorcu, ki ga ugotavljajo prehranske analize, ni mogoče neposredno enačiti z deležem energijskega doprinosa. Kljub temu lahko na ta način pridobimo oceno, kako ugodno oz. neugodno je za žival zadrževanje na krmišču z vidika energijske bilance.

5.2.3 Krmišča

Uporabili smo podatkovno bazo »Mreža krmišč v Sloveniji – stanje 2004«, ki je bila izdelana na Zavodu za gozdove Slovenije v sodelovanju z Lovsko zvezo Slovenije ter podatkovno bazo »Krmišča na območju GPS spremljanja«, ki vsebuje detajlni popis krmišč na območjih Menišije, Snežnika in Javornikov, na Kočevskem in na Goričkem (Jerina, 2006). Na podlagi teh dveh podatkovnih baz sta bili izdelani podatkovni plasti, ki sta bili osnova za delo s krmišči v programu ArcMap 10. V prvem koraku so bila s pomočjo orodja Geoprocessing-Clip Features izbrana krmišča, ki so sovpadala z individualnimi območji aktivnosti (IOA) spremljanih živali, v drugem koraku pa so bila izbrana le krmišča, ki so jih spremljane živali evidentno uporabljale (Slika 9). Zadnji korak je bil vizualni pregled pozicije krmišč v primerjavi z ortofoto posnetki terena ter posnetimi lokacijami v programu ArcMap 10. Na podlagi pregleda so po potrebi sledili popravki pozicij posameznih krmišč ter dodajanje spregledanih krmišč, čemur je po potrebi sledila preverba na terenu. V vsakem območju se je nahajalo vsaj eno krmišče, ki ga je spremljana jelenjad evidentno uporabljala, razen v območju Divača. V IOA košute na območju Divača se sicer nahajajo krmišča, a jih spremljana žival ni uporabljala.

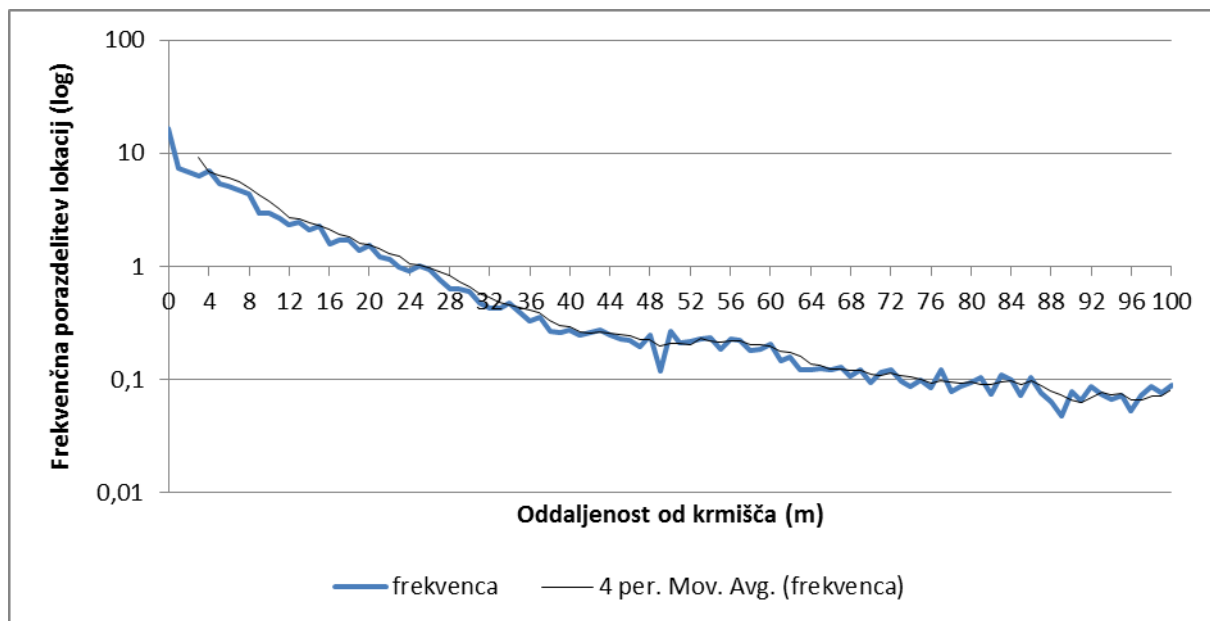
Rezultat je bila podatkovna plast, ki vsebuje skupno 35 uporabljenih krmišč v individualnih območjih aktivnosti spremljanih živali.



Slika 9: Značilen vzorec razporeda zimskih lokacij okrog krmišča

5.2.4 Določitev kriterialne oddaljenosti

Zaradi možnih odstopanj v točnosti posnetih lokacij živali ter lokacij krmišča smo razdalje lokacij od krmišča prevedli v binarni dogodek – žival je na krmišču/žival ni na krmišču. Za določitev oddaljenosti, ki služi kot kriterij, ali je posneta lokacija na krmišču ali izven krmišča, je bil uporabljen nabor lokacij, ki so se nahajale v radiju enega kilometra od posameznega krmišča (ArcMap 10, orodje Geoprocessing – Buffer). Nato je bila z orodjem Analysis – Proximity – Near izmerjena oddaljenost posameznih lokacij od najbližjega krmišča. Nato so bile v programu Microsoft Office Excel 2010 izračunane frekvence oddaljenosti od krmišča s korakom en meter. Zlom krivulje v grafičnem prikazu logaritmiranih frekvenc v odvisnosti od oddaljenosti od krmišča je nakazal kriterialno razdaljo 48 metrov (Slika 10).



Slika 10: Frekvenčna porazdelitev (v logaritemski skali) lokacij v odvisnosti od oddaljenosti od krmišča

Posnete lokacije so bile na podlagi tega kriterija uvrščene v dve kategoriji. Lokacije, ki so bile znotraj 48-metrskega radija okrog krmišča, so dobile oznako »na krmišču« z vrednostjo 1, ostale lokacije pa »izven krmišča« z vrednostjo 0. Na tej binarni odvisni spremenljivki so temeljile vse nadaljnje analize.

5.2.5 Meteorološke spremenljivke

Z Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) smo pridobili dnevne meritve naslednjih meteoroloških spremenljivk: povprečna temperatura zraka na 2 m (°C), 24-urna količina padavin ob 7h (mm), skupna višina snežne odeje (cm), višina novozapadlega snega (cm) za 188 meteoroloških postaj po Sloveniji (153 padavinskih postaj ter 35 glavnih meteoroloških postaj). Podatki so na voljo za vse dni telemetrijske spremljave. Prav tako smo pridobili tudi podatke o dolgoletnih povprečnih temperaturah in povprečnih padavinah v obdobju 1971-2000.

Analizirali smo 3 meteorološke spremenljivke:

- povprečna temperatura zraka na 2 m (°C),
- 24-urna količina padavin ob 7h (mm),
- višina novozapadlega snega (cm).

Meteorološke postaje so povečini ležale na precejšnji oddaljenosti od posnetih lokacij živali in tudi na precej manjših nadmorskih višinah. Da bi določili dnevne vrednosti meteoroloških spremenljivk na lokacijah, je bila potrebna interpolacija. Razvili smo izvirno metodo, ki nam je omogočila ne le interpolacijo dnevni temperatur in padavin, pač pa na slednjih temelječo interpolacijo dnevne količine novozapadlega snega.

5.2.5.1 Interpolacija dnevni temperatur in padavin na posnetih lokacijah

Vsaki spremljani živali smo glede na center njenega zimskega IOA določili najbližjo klimatološko in padavinsko postajo, za katero so znana dolgoletna povprečja temperature in padavin (program ArcMap 10, orodje *Near*). Nato smo na podalgi rastrskih podatkovnih plasti dolgoletni temperaturni in padavinski povprečji (ARSO) vsem posnetim lokacijam pripisali prostorsko interpolirano vrednost povprečja za obe spremenljivki (orodje *Join*).

Iz podatkovne baze dnevni meritev smo za vsak datum posnete lokacije pridobili dnevno vrednost spremenljivke na meteorološki postaji. Za odnos med dolgoletnim povprečjem spremenljivke na postaji in lokaciji smo predpostavili, da objektivno odraža odnos na dnevni ravni. Ker padec temperature z naraščajočo nadmorsko višino lahko opišemo z linearnim trendom, smo razliko med povprečno temperaturo na posamezni lokaciji in povprečno temperaturo na pripadajoči postaji neposredno prišteli dnevni temperaturi na postaji za dan, ko je bila obravnavana lokacija posneta. Tako smo izračunali dnevne podatke za vsako posneto lokacijo, za temperaturo po aditivnem modelu, za padavine pa po multiplikativnem.

Za razliko od aditivnega modela, ki smo ga uporabili pri interpolaciji dnevni temperatur na lokacijah, smo se v primeru padavin odločili za multiplikativni model. Predpostavili smo, da je razmerje med dnevnimi padavinami (dan posnetka posamezne lokacije) in dolgoletnim povprečjem letni padavin enako tako na meteorološki postaji kot na lokaciji. S pomočjo tega razmerja smo na podlagi podanega dolgoletnega povprečja letni padavin na postaji in lokaciji ter dnevne količine padavin na postaji izračunali dnevno količino padavin na posamezni posneti lokaciji živali.

5.2.5.2 Interpolacija dnevnih količin novozapadlega snega na posnetih lokacijah

Na podlagi 10-letnih dnevnih podatkov količine novozapadlega snega smo izračunali pretvornik med 24-urno količino padavin (mm) in višino novozapadlega snega na dnevni ravni (cm) v odvisnosti od temperature. Na ta način smo lokacijam z že znanimi dnevnimi vrednostmi temperature in padavin, pridobljenimi z zgoraj opisano metodo, pripisali še višino novozapadlega snega.

Ker je interpolacija snežnih padavin zahtevna naloga, smo točnost nove metode testirali. Rezultati so zelo vzpodbudni: test točnosti uporabljene metode je pokazal, da je korelacijski koeficient dejanskih meritev in napovedi modela na nevidenih podatkih kar 0,76.

5.2.5.3 Kumulativne meteorološke spremenljivke

Tvorili smo dodatne neodvisne spremenljivke, ki opisujejo temperaturna povprečja, število dni z negativnimi temperaturami ter skupno količino snežnih padavin v različnih obdobjih (Preglednica 4). Vpliv spremenljivk smo preučili tako na univariatnem kot multiivariatnem nivoju.

5.2.6 Podatki o vzhodu, zahodu in osvetljenem deležu lune

Z uporabo aplikacij Sun calculator in Moon calculator (www.timeanddate.com) so bili pridobljeni podatki o začetku in koncu astronomskega mraka (Astronomical Twilight start/end), luninem vzhodu in zahodu (Moonrise/Moonset) ter deležu osvetljene lune (Illuminated moonfraction) za vse dni telemetrijske spremljave, za lokacijo Ljubljana, Slovenija. Začetek in konec astronomskega mraka sta definirana s položajem centra sonca 18° pod obzorjem. V tem položaju je prispevek sonca k osvetlitvi neba zanemarljiv (primerno za vsa astronomska opazovanja – od tod ime astronomski mrak), zato je astronomski mrak ustrezen mejnik noči in dneva za namene raziskav vpliva lune na vedenje živali (Aschoff 1966, Bearder in sod. 2006). Podatkom o koncu in začetku astronomskega mraka ter vzhodu in zahodu lune sta bili v programu Microsoft Office Excel 2012 s pomočjo IF funkcije prirejeni dve novi binarni spremenljivki noč/dan ter luna/ni lune. Vsaki posneti lokaciji je bila pripisana ustrezna vrednost teh dveh binarnih spremenljivk ter vrednost novo ustvarjene zvezne spremenljivke lunina svetloba (Moonlight); vrednosti za nočne lokacije ob prisotnosti lune so bile enake deležu osvetljene lune (Moonfraction), lokacijam brez lune pa je bila pripisana vrednost 0. Slabost metode je v tem, da nismo imeli podatka o deležu oblačnosti, ki

lahko odločilno vpliva na dejanske svetlobne razmere; tako je lahko v oblačnih nočeh pomen lune za osvetlitev povsem izničen.

5.3 ANALIZE PODATKOV

5.3.1 Preverba osnovnih predpostavk

Naloga temelji na dveh osnovnih predpostavkah, ki ju potrjuje domača in tuja literatura:

1) krmišča povzročajo lokalne zgostitve v prostorski razporeditvi jelenjadi; 2) živali obiskujejo krmišča z namenom, da se tam prehranjujejo. Predpostavki smo preverili s sledečima analizama.

5.3.1.1 Gostota lokacij

Izračunali smo indeks gostote lokacij, ki izraža razmerje med gostoto lokacij na krmišču (v radiju 48 m od krmišča) in izven krmišča, tj. v preostalem IOA, izvzemši krmišče z 48-metrsko pufersko cono. V analizo smo vključili vse posnete lokacije, tako v hladnem kot toplem delu leta.

5.3.1.2 Analiza aktivnosti

Vsaki lokaciji smo pripisali vedenjsko kategorijo po metodi Löttker in sod. (2009) in na podlagi teh podatkov analizirali aktivnost živali na krmišču in izven krmišča ter 24-urno dinamiko aktivnosti.

5.3.2 Cirkadiana dinamika rabe krmišča

Vsaki lokaciji pripada čas posnetka (LMT – Local mean time), v 24-urni skali. Vsakemu posnetku smo priredili še relativni čas glede na trajanje noči in dneva (kot kriterij smo vzeli astronomski mrak, ki se najbolje ujema z aktivnostjo živali) ter v katerem deležu noči ali dneva se lokacija nahaja. Dnevnim lokacijam smo predpisali predznak -, nočnim pa +. Tako so se relativni časi lokacij nahajali v intervalu od -1 do 1 (0 je sončni zahod po astronomskem mraku). Z logistično regresijo smo preverili, kateri model bolje pojasnjuje prisotnost živali na krmišču.

5.3.3 Seznam spremenljivk in njihovih kratic

Pri prikazu rezultatov v preglednicah smo spremenljivke navajali z okrajšavami (Preglednica 4).

Preglednica 4: Okrajšave, opisi in tipi spremenljivk v univariatnih in multivariatnih analizah

Okrajšava	Spremenljivka	Tip
ON/OFF	Na krmišču / izven krmišča	Binarna OS*
REG	Območje	Diskretna NS**
INT	Intenziteta krmljenja	Diskretna NS
REL_TIME	Relativni čas	Zvezna NS
ROUND_H	Okrogla ura	Zvezna NS
MONTH	Mesec	Diskretna NS
MOON	Osvetljenost lune	Zvezna NS
TEMP	Dnevna temperatura	Zvezna NS
SNOW	Novozapadli sneg na dnevni ravni	Zvezna NS
7TEMP	Povprečna dnevna temperatura v preteklem tednu	Zvezna NS
7NEG	Število dni z negativno temperaturo v preteklem tednu	Diskretna NS
7SNOW	Povprečna dnevna količina novozapadlega snega v preteklem tednu	Zvezna NS
14TEMP	Povprečna dnevna temperatura v preteklih dveh tednih	Zvezna NS
14NEG	Število dni z negativno temperaturo v preteklih dveh tednih	Diskretna NS
14SNOW	Povprečna dnevna količina novozapadlega snega v preteklih dveh tednih	Zvezna NS
30TEMP	Povprečna dnevna temperatura v preteklem mesecu	Zvezna NS
30NEG	Število dni z negativno temperaturo v preteklem mesecu	Diskretna NS
30SNOW	Povprečna dnevna količina novozapadlega snega v preteklih dveh tednih	Zvezna NS
CUM_NEG	Kumulativna vsota dni z negativno temperaturo od začetka hladnega obdobja do danega dne	Diskretna NS
CUM_SNOW	Kumulativna vsota novozapadlega snega od začetka hladnega obdobja do danega dne	Zvezna NS

* OS je odvisna spremenljivka

** NS je neodvisna spremenljivka

5.3.4 Univariatne analize

Intenzivnost rabe krmišča smo izrazili kot delež lokacij v kategoriji »na krmišču«. Grafično smo predstavili odvisnost rabe krmišča od posamezne proučevane neodvisne spremenljivke. Spremenljivke so navedene v spodnji preglednici, skupaj s področjem, ki ga dana analiza osvetljuje.

Preglednica 5: Neodvisne spremenljivke v univariatnih analizah rabe krmišča

Razlike v celoletni rabi krmišča	ID_NO
	Spol spremljane jelenjadi (samo grafično)
Utrjevanje prilagojenega vedenja	REG
	INT
Dostopnost hrane	TEMP
	SNOW
Iztrošenost maščobnih zalog	7TEMP
	14TEMP
	30TEMP
	7SNOW
	14SNOW
	30SNOW
	7NEG
	14NEG
	30NEG
	CUM_NEG
	CUM_SNOW
Osvetljenost kot faktor tveganja	Prisotnost lune (samo grafično)
	MOON

Spremenljivke smo testirali tudi z Mann-Whitneyevim neparametričnim testom, da bi preverili značilnost razlik med skupinama na krmišču/izven krmišča. Ker Mann-Whitneyeva U-statistika ob enaki velikosti vzorca lahko služi za oceno napovedne moči posamezne neodvisne spremenljivke (manjša vrednost U-statistike pri isti velikosti vzorca pomeni boljšo napovedno moč spremenljivke), smo univariatno analizo uporabili tudi za preverbo rezultatov multivariatnih modelov.

5.3.5 Multivariatni modeli

Na podlagi univariatnih analiz smo se odločili za oblikovanje multivariatnih modelov s pomočjo binarne logistične regresije (postopek vključevanja neodvisnih spremenljivk v model *Forward Conditional*). Analize smo opravili v programu SPSS 13. Prva dva modela sta splošna modela, ki vključujeta kategorialne spremenljivke, drugi model pa predstavlja podrobnejšo dinamiko odnosov med okoljskimi dejavniki in rabo krmišča. V vseh modelih so uporabljeni ponderji za uravnoteženje vzorcev ter uravnoteženje števila meritev po urah in posameznih živalih.

5.3.5.1 Model 1a

Preglednica 6: Spremenljivke v modelu 1a

OS*	ON/OFF
NS**	MONTH
	ROUND_H
	MONTH*ROUND_H
	ID_NO

* OS je odvisna spremenljivka

** NS je neodvisna spremenljivka

5.3.5.2 Model 1b

Za ta model smo se odločili, ker raba krmišča močnejše variira glede na posamezne osebk, intenziteta krmljenja pa je splošnejša spremenljivka. Če torej želimo prikazati vpliv intenzitete krmljenja na rabo krmišča, moramo iz modela izključiti individualno komponento.

Preglednica 7: spremenljivke v modelu 1b

OS	ON/OFF
NS	MONTH
	ROUND_H
	MONTH*ROUND_H
	INT

5.3.5.3 Model 2

Medtem ko prva dva modela pojasnujeta splošno sezonsko in prostorsko dinamiko rabe krmišč, pa drugi model podrobneje pojasnjuje, katere spremenljivke in v kakšni meri vplivajo na rabo krmišč v hladnem delu leta – tj. v sezoni, ko živali krmišča aktivneje uporabljajo. Ker sta prva dva modela pokazala, da ima največjo pojasnjevalno moč interakcija med mesecem in uro dneva, v predhodnih analizah pa smo pokazali, da relativni čas bolje pojasnjuje prisotnost živali na krmišču kot dejanski čas (ura v dnevu), smatramo, da je v nadaljnji model smotrnejše vključiti spremenljivko relativni čas. Spremenljivka relativni čas upošteva spreminjanje časa sončnega vzhoda in zahoda med letom in tako bolje pojasnjuje dinamiko rabe krmišča.

Meteorološke spremenljivke, vključene v model, so bile dnevne vrednosti temperature in snega, povprečne vrednosti temperature za različna obdobja ter sume novozapadlega snega in števila dni z negativno temperaturo v različnih obdobjih. Meteorološke spremenljivke so kazale visoko stopnjo korelacije (priloga A), tako zaradi naravnih povezav med njimi (temperatura – sneg), kot zaradi dejstva, da so bile nekatere spremenljivke izpeljane na podlagi drugih. V primeru visoko koreliranih pojasnjevalnih spremenljivk se pojavi problem multikolinearnosti, ki ne zmanjšuje napovedne moči celotnega modela, oteži pa kredibilno ocenjevanje relativne pomembnosti posameznih pojasnjevalnih spremenljivk. Multikolinearnost je v našem primeru zaradi velikega vzorca manj problematična, še dodatno pa smo jo zmanjšali s centriranjem neodvisnih spremenljivk (*centered predictors*) (Molutsky, 2002; *Logistic ...*, 2012; *Regression and multicolinearity ...*, 2012).

V drugi model smo kot neodvisno spremenljivko vključili tudi osvetljenost lune.

Preglednica 8: Spremenljivke v modelu 2

OS	ON/OFF		
NS	REL_TIME	7NEG	30TEMP
	MOON	7SNOW	30NEG
	TEMP	14TEMP	30SNOW
	SNOW	14NEG	CUM_NEG
	7TEMP	14SNOW	CUM_SNOW

6 REZULTATI

6.1 GOSTOTA LOKACIJ

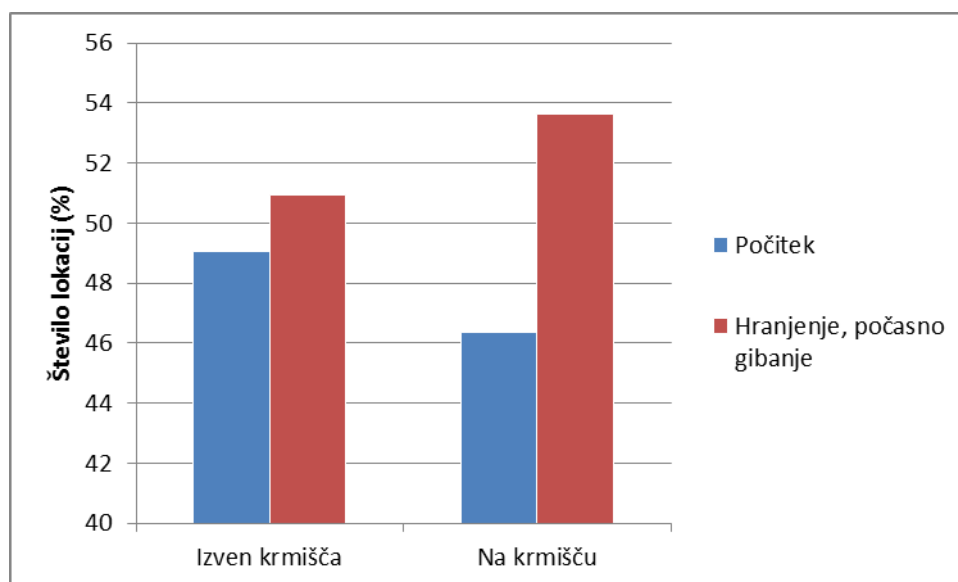
Gostota lokacij na krmišču je več kot 120-krat večja kakor izven krmišča (Preglednica 5).

Preglednica 9: Gostota lokacij na krmišču in izven krmišča

	Na krmišču	Izven krmišča (preostali IOA)
Št. lokacij/m	0,0264	0,0002
Št. lokacij/km	26462,7	209,8
Gostota na krmišču/gostota izven krmišča = 126,1		

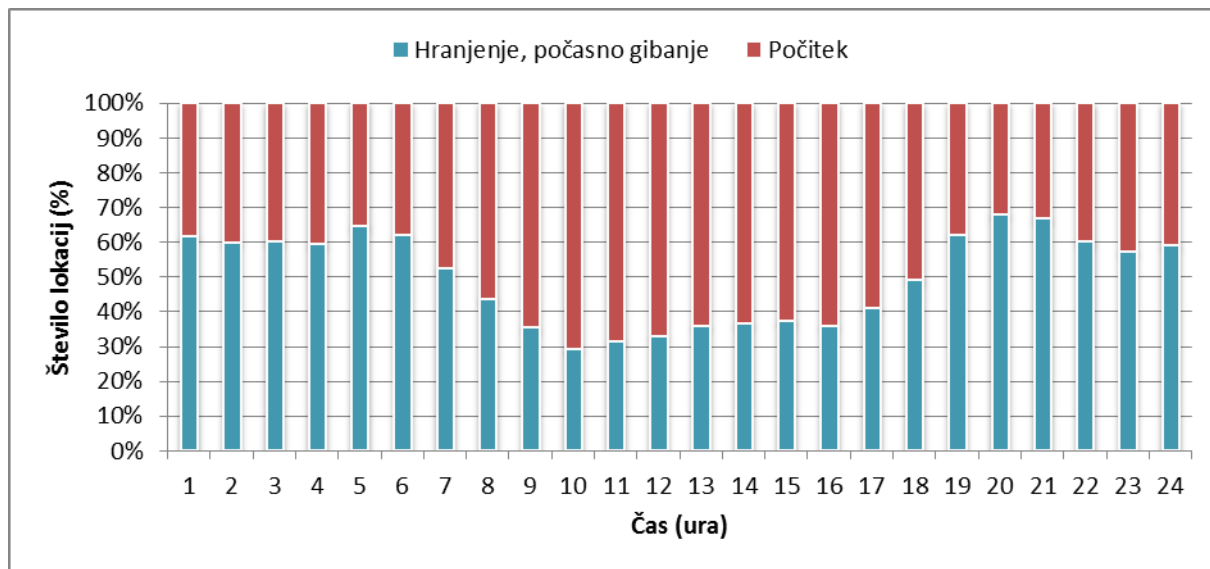
6.2 ANALIZA AKTIVNOSTI

Rezultati kažejo, da so spremljane živali 49 % celotnega časa počivale, 51 % časa pa so se prehranjevale ali počasi gibale. Enak rezultat je dala analiza aktivnosti izven krmišča. Na krmišču živali 46 % časa počivajo, 54 % časa pa se prehranjujejo oz. počasi gibajo (Slika 11). Delež hitrega gibanja je bil v vseh analizah manjši od enega odstotka, zato je bilo hitro gibanje izločeno iz končne analize.



Slika 11: Aktivnost na krmišču in izven krmišča

Rezultati kažejo, da se jelenjad intenzivneje prehranjuje in giba ponoči, podnevi pa več počiva. Na dnevni ravni zaznavamo dva viška aktivnosti; to je zjutraj in zvečer, v povprečju ob 5. uri zjutraj in 20. uri zvečer (Slika 12).

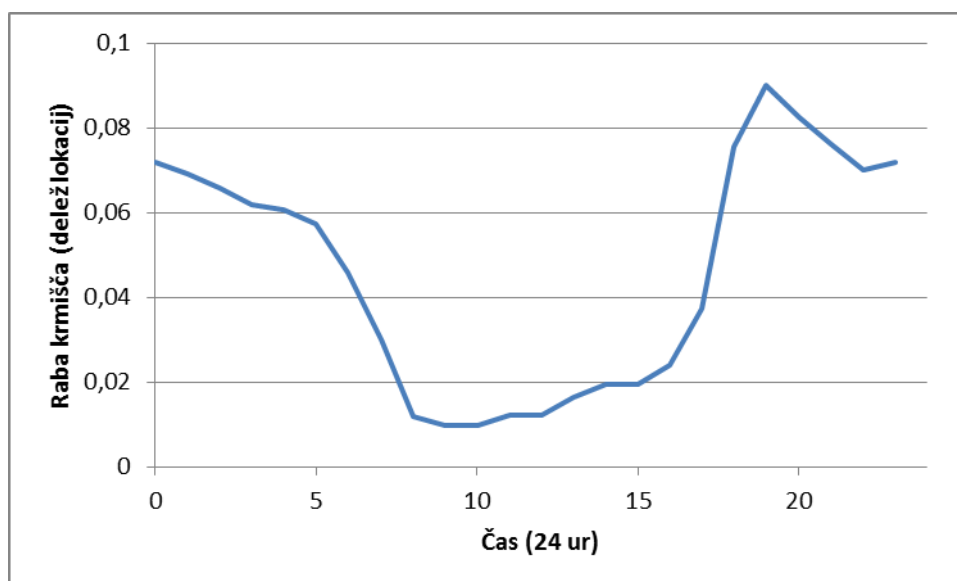


Slika 12: 24-urna dinamika aktivnosti

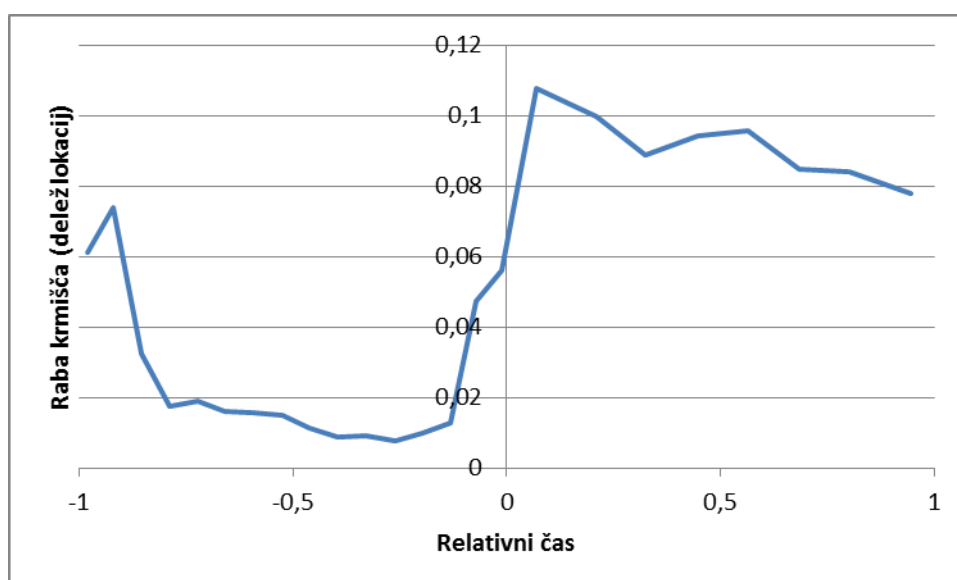
Z vidika skupnega aktivnega časa (izven krmišča in na krmišču) živali na krmišču prebijejo 5,6 % celotnega aktivnega časa, kar je pomembno z vidika energijske bilance.

6.3 CIRKADIANA DINAMIKA RABE KRMIŠČA

Grafična prikaza odvisnosti rabe krmišča od časa (relativnega časa in polnih ur v 24-urni skali) oba kažeta bimodalni vzorec (Sliki 13 in 14). Viška rabe krmišča ležita v večernih ter zgodnjih jutranjih urah.



Slika 13: 24-urna dinamika rabe krmišča



Slika 14: Raba krmišča v odvisnosti od relativnega časa (-1 ustreza času sončnega vzhoda, 0 času sončnega zahoda, 1 pa času naslednjega sončnega vzhoda)

Z logistično regresijo smo preverili, katera neodvisna spremenljivka – relativni čas ali polne ure v 24-urni skali – bolje pojasnjuje rabo krmišča (binarna odvisna spremenljivka na krmišču – 1, izven krmišča – 0). Preglednica 10 predstavlja prilagojene R^2 , preglednica 11 točnost napovedi modela po korakih, preglednica 12 pa parametre B, Waldovo statistiko, vrednost p in razmerje obetov. Model »Cirkadiana dinamika rabe krmišča« je imel 3 iteracije. Vrednost točke reza je 0,5. V model je bila na prvem koraku vključena spremenljivka relativni čas, na drugem pa okrogla ura. Relativni čas ima večjo pojasnjevalno moč kot polne ure v 24-urni skali.

Preglednica 10: Povzetek logističnega modela »Cirkadiana dinamika rabe krmišča« po korakih

Korak	Koeficient največjega verjetja (-2LL)	Cox & Snell R ²	Nagelkerke R ²
1	12054,074	0,037	0,049
2	11877,437	0,056	0,074

Preglednica 11: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov logističnega modela »Cirkadiana dinamika rabe krmišča« po korakih

		Delež pravilno napovedanih
Korak 1	Na krmišču/izven krmišča 0	61,1
	1	67,7
	Povprečje	64,4
Korak 2	Na krmišču/izven krmišča 0	66,5
	1	58,4
	Povprečje	62,5

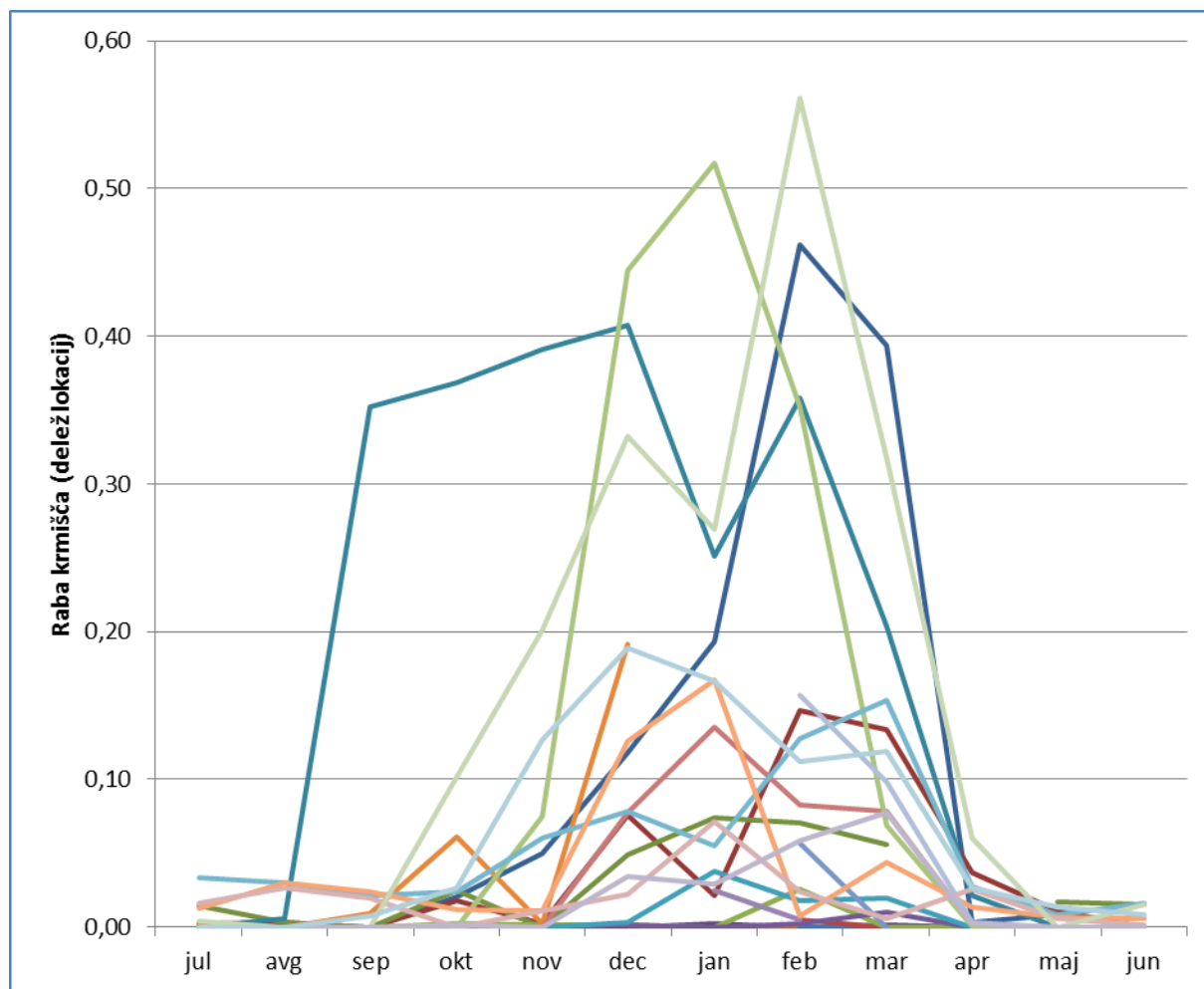
Preglednica 12: Rezultati logističnega modela »Cirkadiana dinamika rabe krmišča«

		Ocena	Waldova	p	Razmerje obetov
Korak 1	Relativni čas	0,669	325,793	0,000	1,952
	Konstanta	0,012	0,309	0,578	1,012
Korak 2	Relativni čas	0,944	485,517	0,000	2,571
	Okrogla ura	0,044	170,821	0,000	1,045
	Konstanta	-0,492	126,026	0,000	0,612

6.4 CELOLETNA DINAMIKA RABE KRMIŠČA

6.4.1 Raba krmišča po posamezni spremljani živali

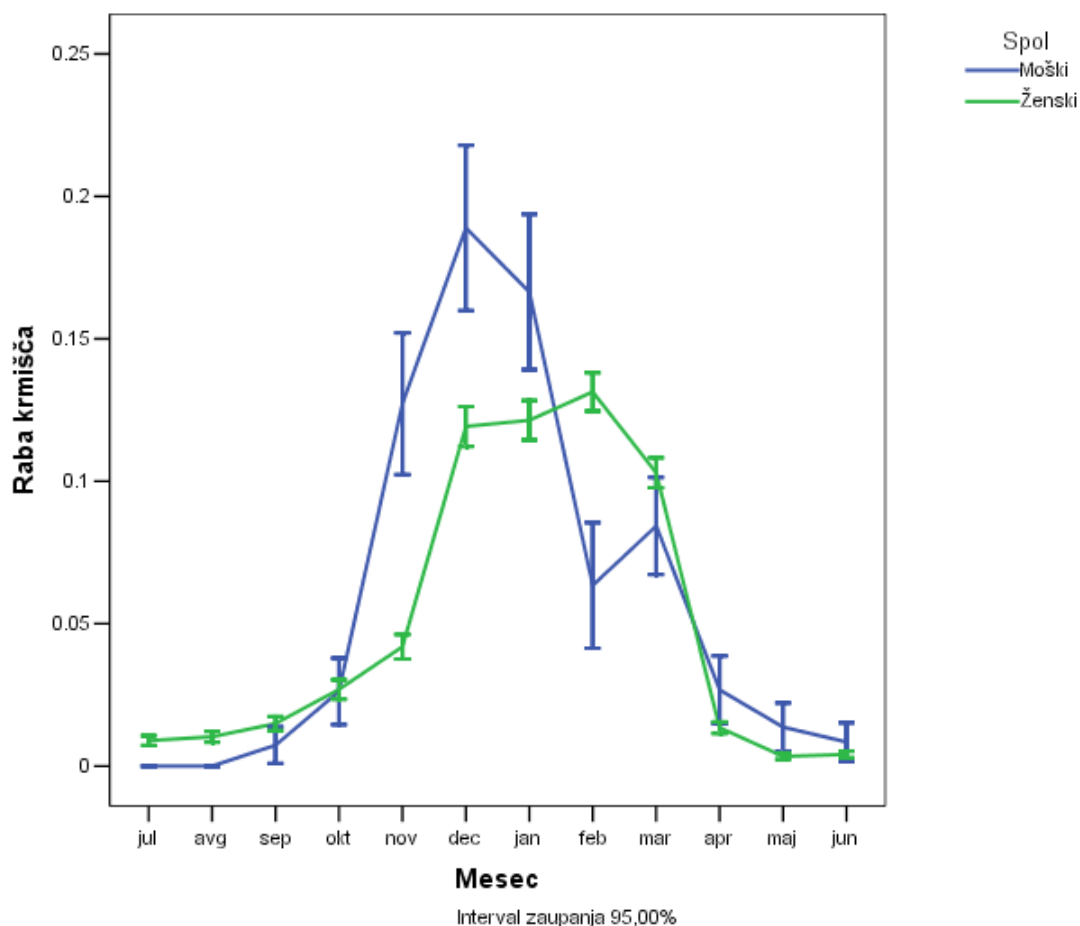
Raba krmišča se med letom po posameznih spremljanih živalih močno razlikuje, tako v časovnem poteku (razlike v začetku, vrhuncu in pojemanju rabe krmišča) kot v sami intenzivnosti rabe (od skorajšnje nerabe pa vse do preživljanja več kot polovico časa na krmišču v času največje rabe). Kaže pa se tudi globalen vzorec, ki je skupen vsem spremljanim živalim; raba krmišča je v porastu od sredine septembra dalje, od marca pa do začetka maja pa je raba krmišča v ostrem upadanju (Slika 15).



Slika 15: Celoletna raba krmišča po posameznih spremljanih živalih (n = 23)

6.4.2 Raba krmišča po spolu spremljanih živali

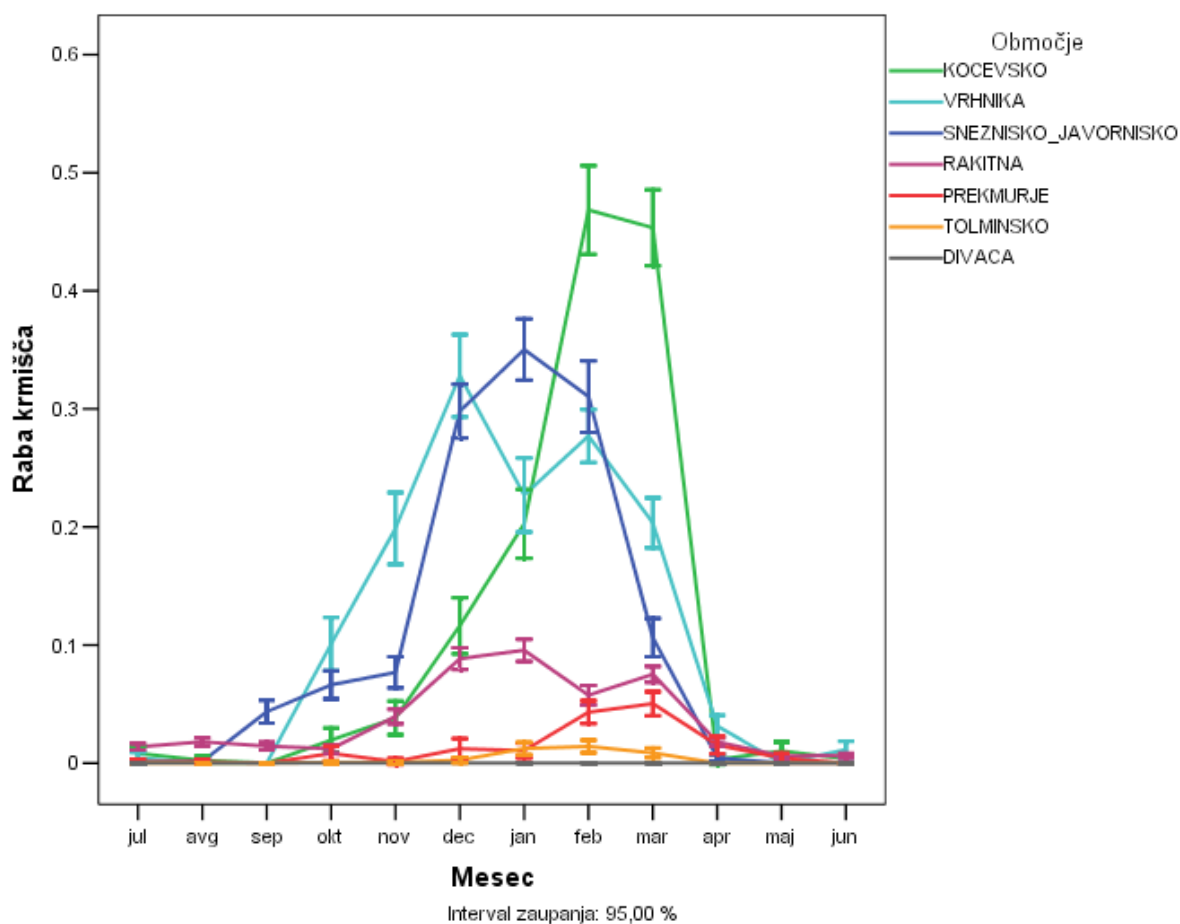
Raba krmišča se po spolu spremljanih živali med letom razlikuje tako po časovni dinamiki kot po intenzivnosti. Raba krmišča pri jelenih je bimodalna z dvema izrazitima viškoma, medtem ko pri košutah opazimo le en maksimum, ki nastopi v času med obema viškoma rabe pri jelenih (Slika 16).



Slika 16: Celoletna raba krmišča po spolu spremljanih živali

6.4.3 Raba krmišča po območjih spremljanja

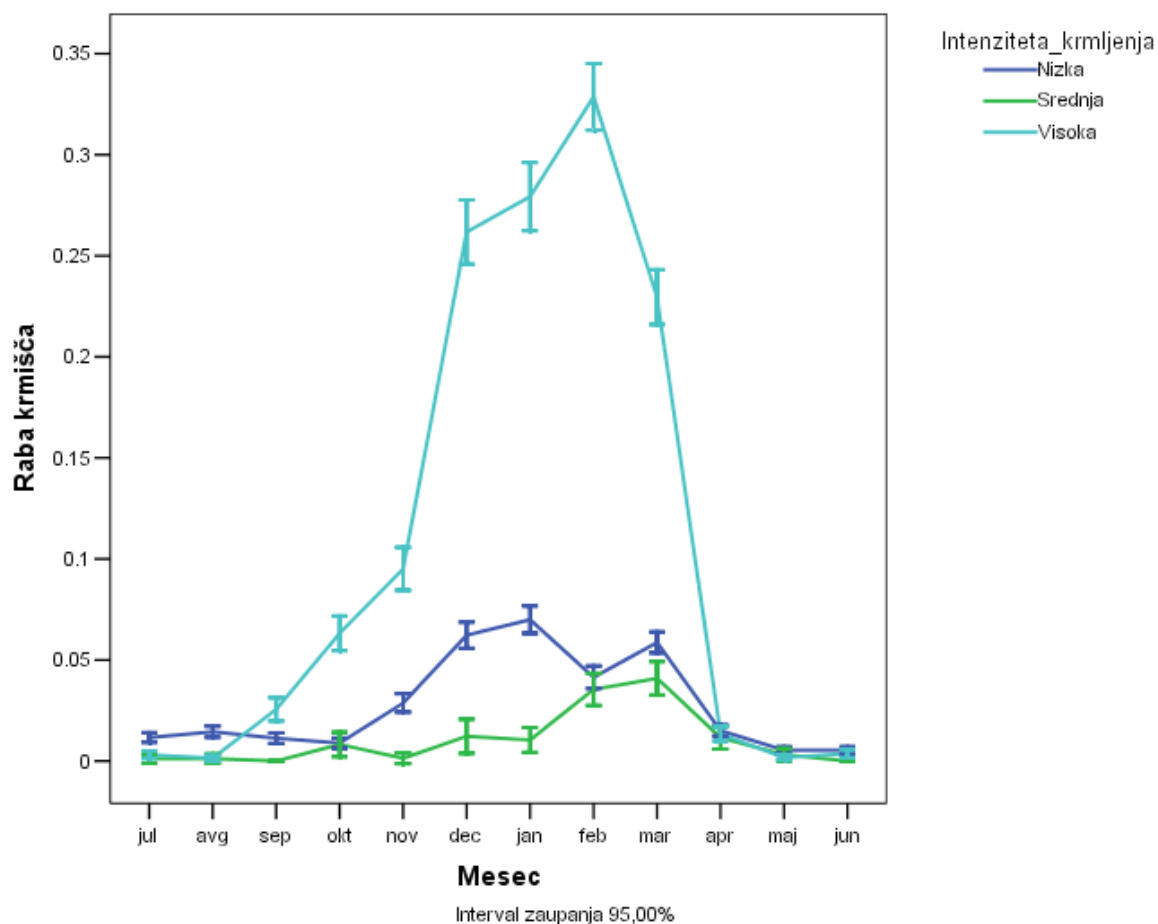
Razlike v rabi krmišča med območji so očitne; prednjačijo Kočevsko, Vrhnika in Snežniško-Javorniško območje. Na Kočevskem spremljane živali v februarju preživijo na krmišču tudi polovico časa. Občutno manjša je raba krmišč na območjih Raktina in Prekmurje, na Tolminskem in na območju Divače pa živali krmišče komajda uporabljajo (Slika 17).



Slika 17: Celoletna raba krmišča po območjih spremljanja

6.4.4 Raba krmišča glede na intenziteto krmljenja

V rabi krmišča izrazito prednjačijo območja z visoko intenziteto krmljenja. Sledijo jim območja z nizko in srednjo intenziteto krmljenja (Slika 18).

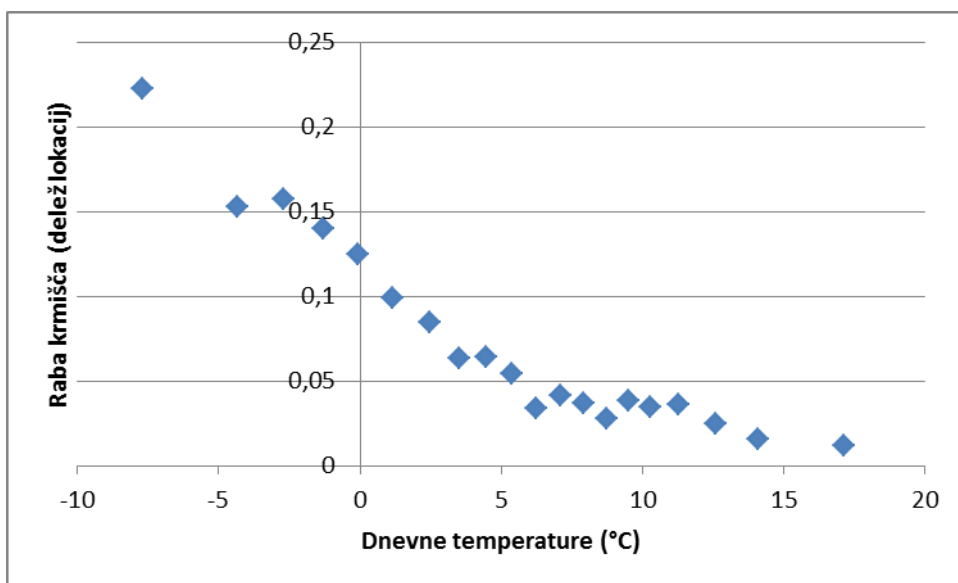


Slika 18: Celoletna raba krmišča po intenziteti krmljenja

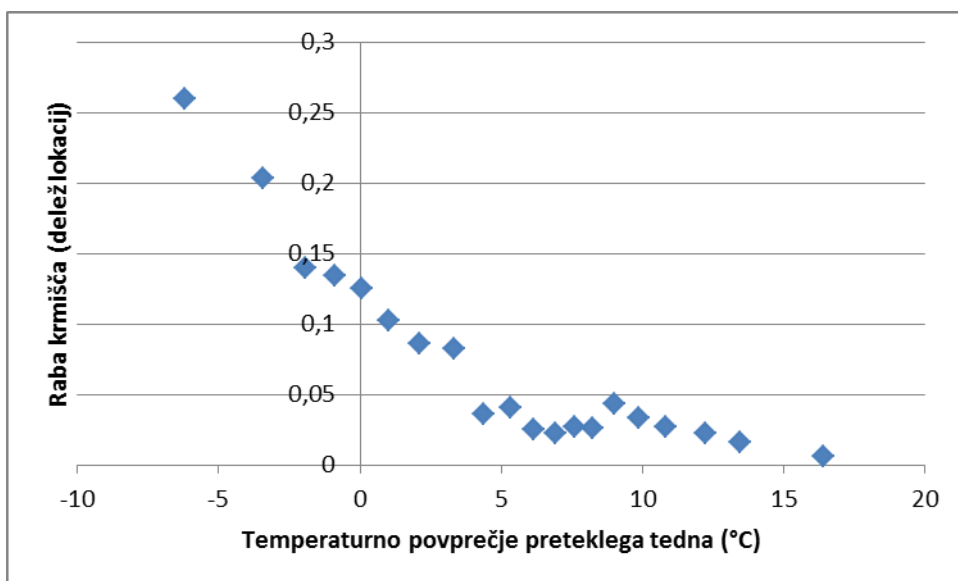
6.5 METEOROLOŠKE SPREMENLJIVKE

6.5.1 Raba krmišča v odvisnosti od temperature

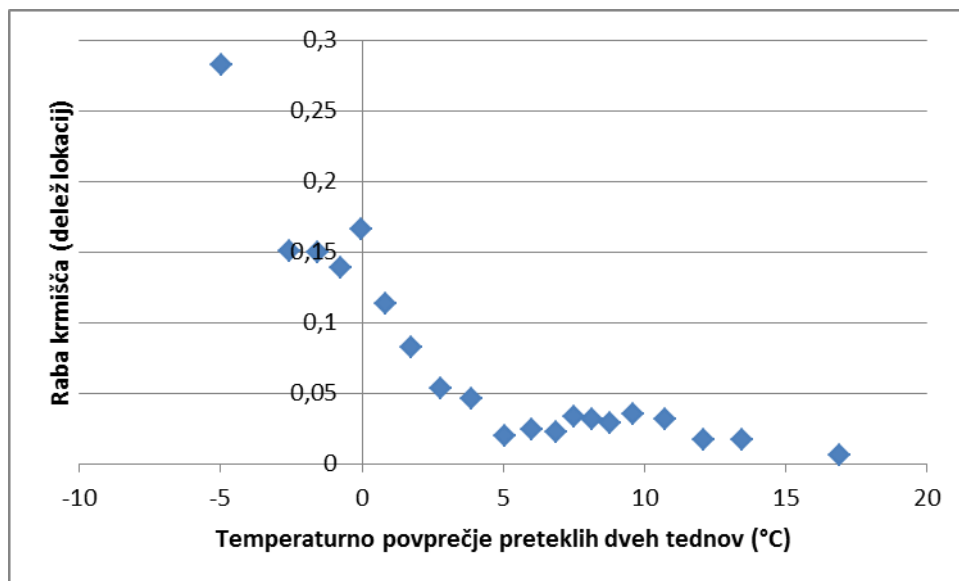
Raba krmišča začne rahlo naraščati, ko dnevne temperature padejo pod 15 °C, porast rabe krmišča pa je še posebej očiten, ko temperature padejo pod 5 °C. Odzivi rabe krmišča na temperaturno povprečje preteklega tedna, preteklih dveh tednov ali enega meseca so podobni. Naraščanje rabe krmišča beležimo pri povprečnih temperaturah pod 5° C. V univariatnih analizah (Preglednica 9) je povprečna temperatura v preteklem mesecu pokazala najmočnejšo povezanost s prisotnostjo živali na krmišču.



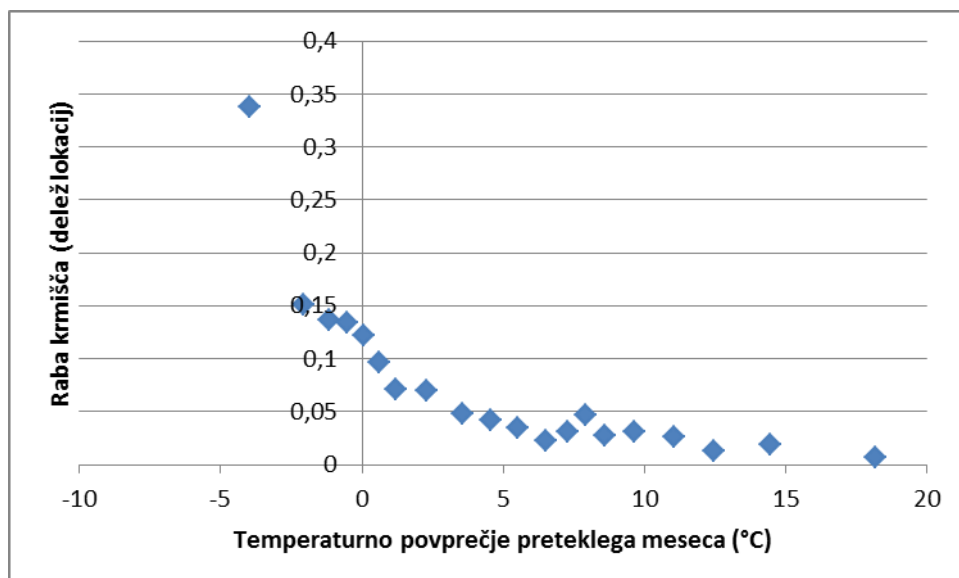
Slika 19: Raba krmišča v odvisnosti od dnevnih temperatur (°C)



Slika 20: Raba krmišča v odvisnosti od temperaturnega povprečja preteklega tedna (°C)



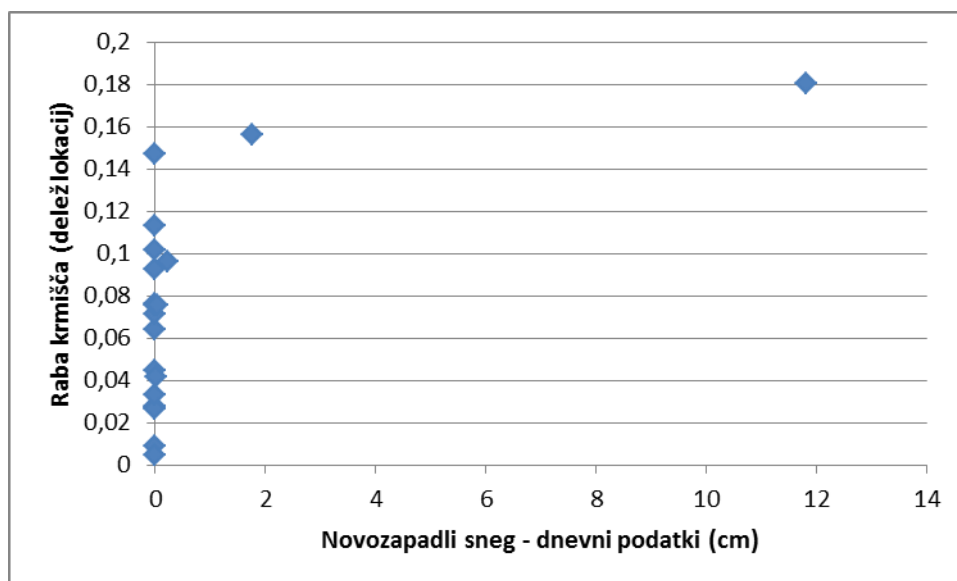
Slika 21: Raba krmišča v odvisnosti od temperaturnega povprečja preteklih dveh tednov (°C)



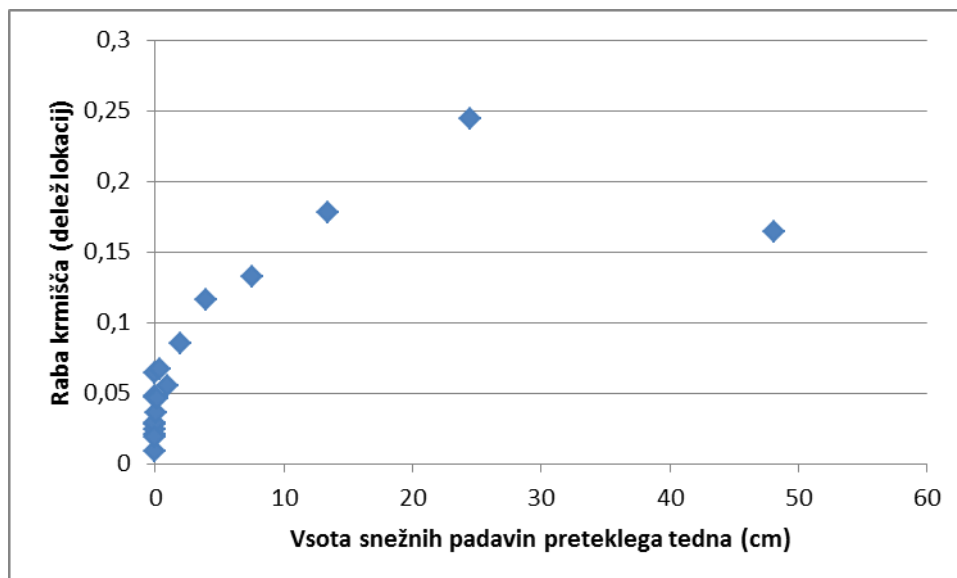
Slika 22: Raba krmišča v odvisnosti od temperaturnega povprečja preteklega meseca (°C)

6.5.2 Raba krmišča v odvisnosti od snega

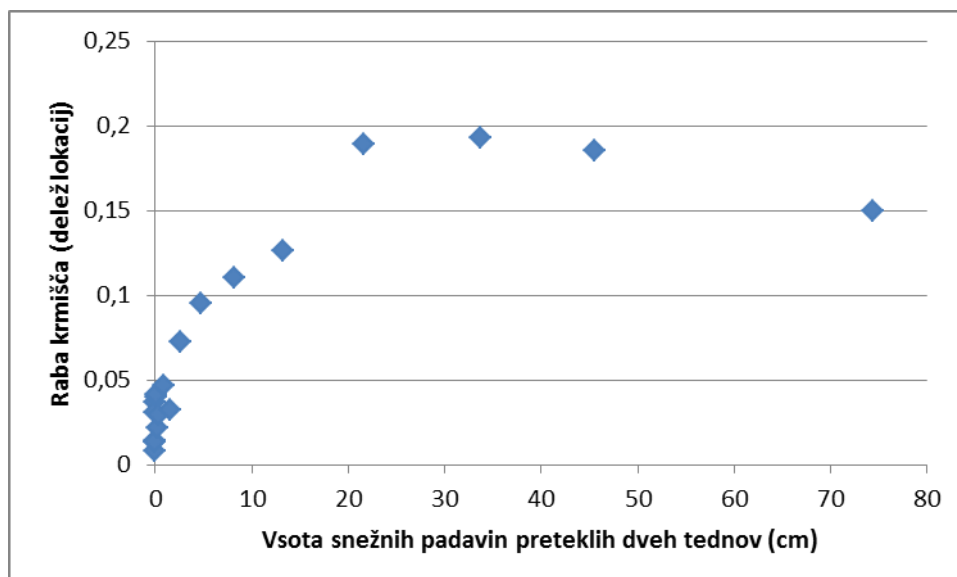
Raba krmišča tudi v obdobjih brez snežnih padavin močno variira. Rezultati bi bili morda bolj zgovorni, če bi kot neodvisno spremenljivko uporabili debelino snežne odeje, žal pa tega podatka zaradi pomanjkanja meteoroloških postaj na območjih telemetrijskega spremljanja in težavne interpolacije debeline snežne odeje nismo imeli. Slika odvisnosti rabe krmišča od dnevnih količin novozapadlega snega ni zelo zgovorna, rezultati analize odvisnosti rabe krmišča od kumulativne vsote snežnih padavin v različnih obdobjih pa kažejo, da z naraščanjem višine novozapadlega snega raba krmišča narašča, ko pa količina novozapadlega snega preseže določeno vrednost, pa začne ponovno upadati (Slike 24-26). Odziv rabe krmišča na naraščajočo (kumulativno) količino novzapadlega snega je izrazito nelinearen, zato bi v nadaljnjih raziskavah veljalo premisliti o transformaciji, s katero bi dosegli linearni odziv. Univariatne analize kažejo, da količina novozapadlega snega v preteklih 30 dneh kaže največjo povezanost s prisotnostjo živali na krmišču (razlike med skupinama na krmišču/izven krmišča so največje, Mann-Whitneyeva U-statistika, Preglednica 13).



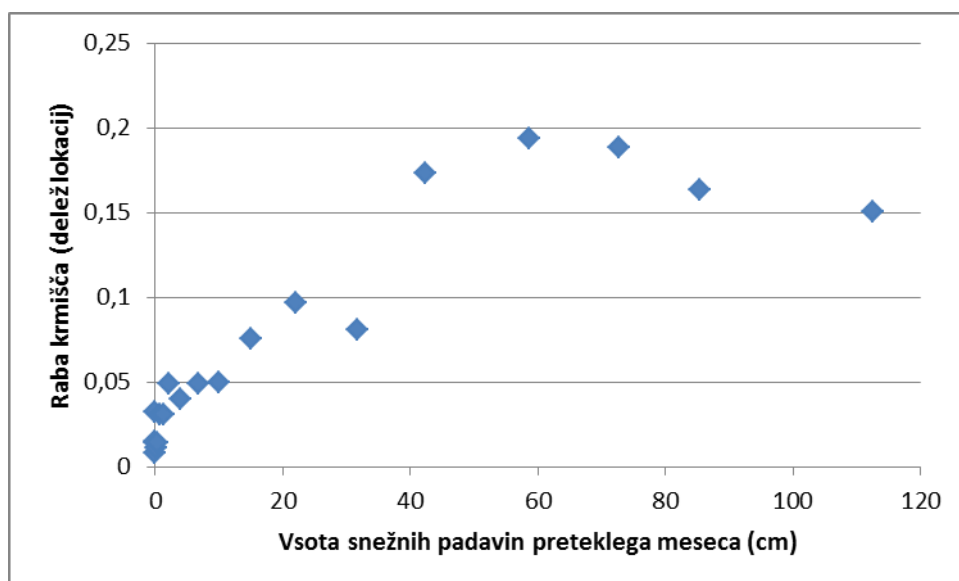
Slika 23: Raba krmišča v odvisnosti od dnevne količine novozapadlega snega (cm)



Slika 24: Raba krmišča v odvisnosti od vsote snežnih padavin v preteklem tednu (cm)



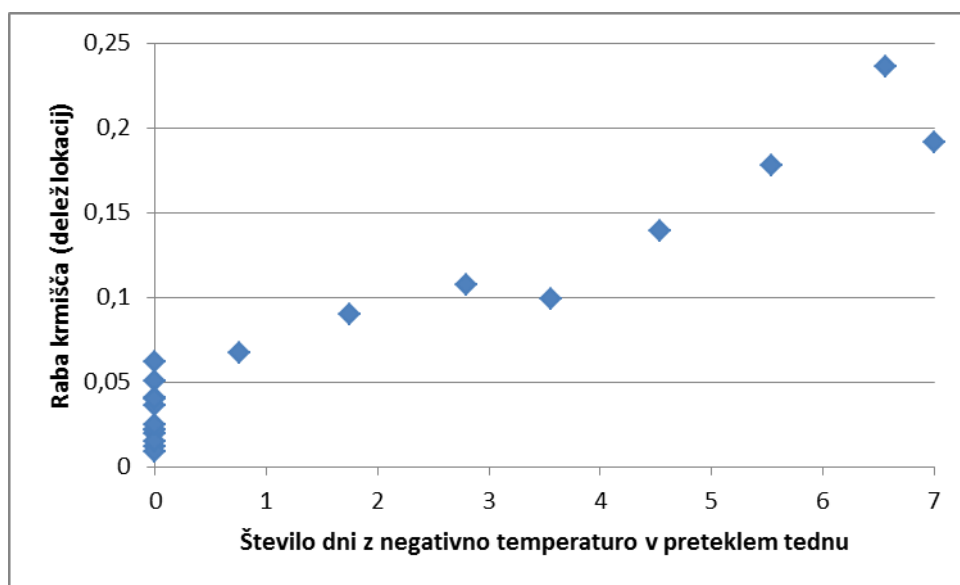
Slika 25: Raba krmišča v odvisnosti od vsote snežnih padavin v preteklih dveh tednih (cm)



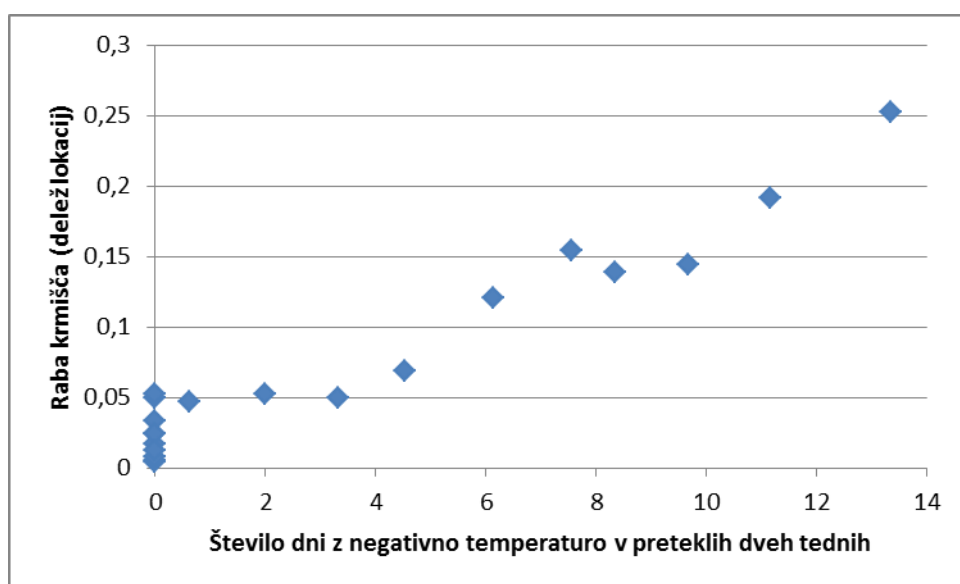
Slika 26: Raba krmišča v odvisnosti od vsote snežnih padavin v preteklem mesecu (cm)

6.5.3 Raba krmišča v odvisnosti od števila dni z negativnimi temperaturami

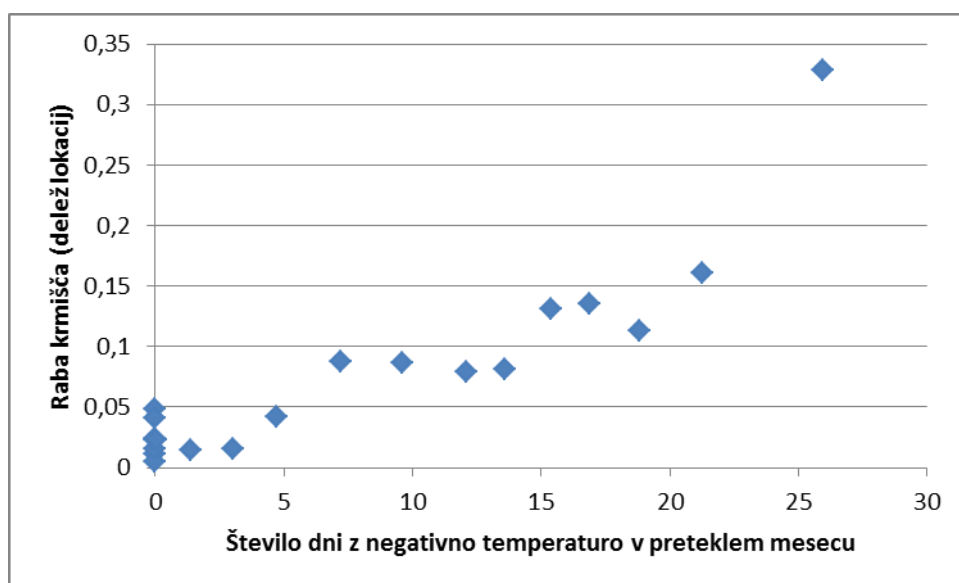
Raba krmišča z večanjem števila dni z negativnimi temperaturami v preteklem tednu in v preteklih dveh tednih dokaj enakomerno narašča (Sliki 27 in 28), raba krmišča pa še strmeje narašča, ko je v preteklem mesecu več kot 20 dni z negativno temperaturo (Slika 29). Število dni z negativno temperaturo v preteklem mesecu se je tudi v univariatni analizi z Mann-Whitneyevim testom pokazalo kot spremenljivka z največjimi razlikami med skupinama na krmišču/izven krmišča. (Preglednica 13)



Slika 27: Raba krmišča v odvisnosti od števila dni z negativno temperaturo v preteklem tednu



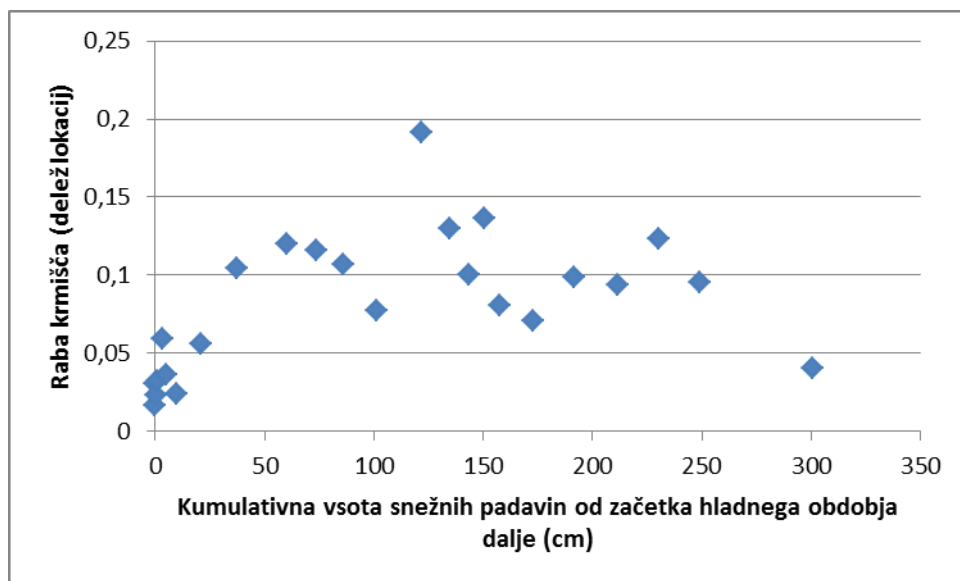
Slika 28: Raba krmišča v odvisnosti od števila dni z negativno temperaturo v preteklih dveh tednih



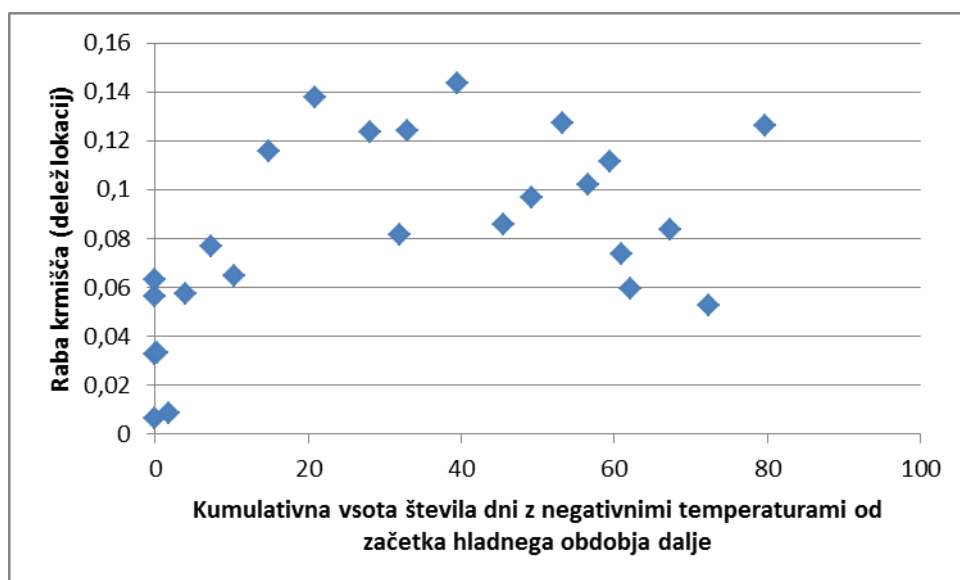
Slika 29: Raba krmišča v odvisnosti od števila dni z negativno temperaturo v preteklem mesecu

6.5.4 Raba krmišča v odvisnosti od kumulativnih vrednosti snežnih padavin in dni z negativno temperaturo od začetka hladnega obdobja dalje

Odziv rabe krmišča na kumulativne vrednosti snežnih padavin in število dni z negativno temperaturo preko celotnega hladnega obdobja je kompleksnejši in izrazito nelinearen (Sliki 30 in 31). Ob povečevanju ostrih zimskih razmer se raba krmišča večja, nato pa ponovno upada.



Slika 30: Raba krmišča v odvisnosti od vsote snežnih padavin od začetka hladnega obdobja dalje

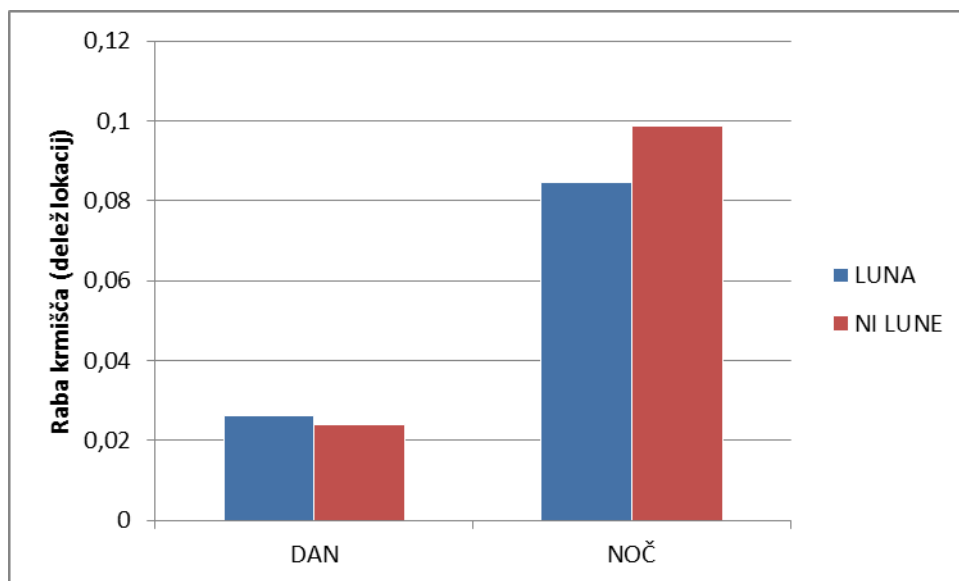


Slika 31: Raba krmišča v odvisnosti od števila dni z negativno temperaturo od začetka hladnega obdobja dalje

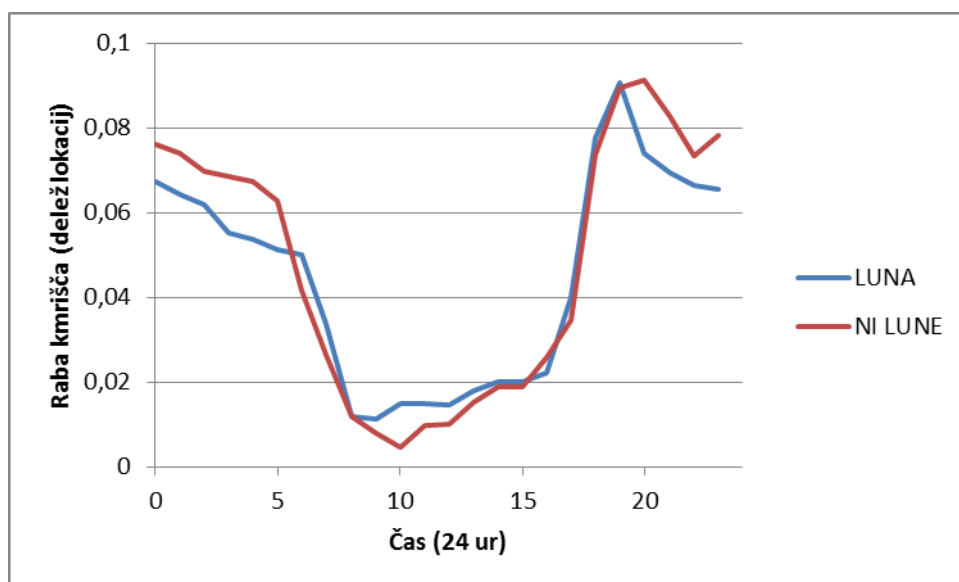
6.6 LUNA

6.6.1 Raba krmišča glede na prisotnost lune

V nočeh z luno je raba krmišča večja kot v nočeh brez lune (Sliki 32 in 33). Dnevna raba krmišča je bila manjša v času, ko je bila na nebu luna, vendar razlika ni bila značilna.



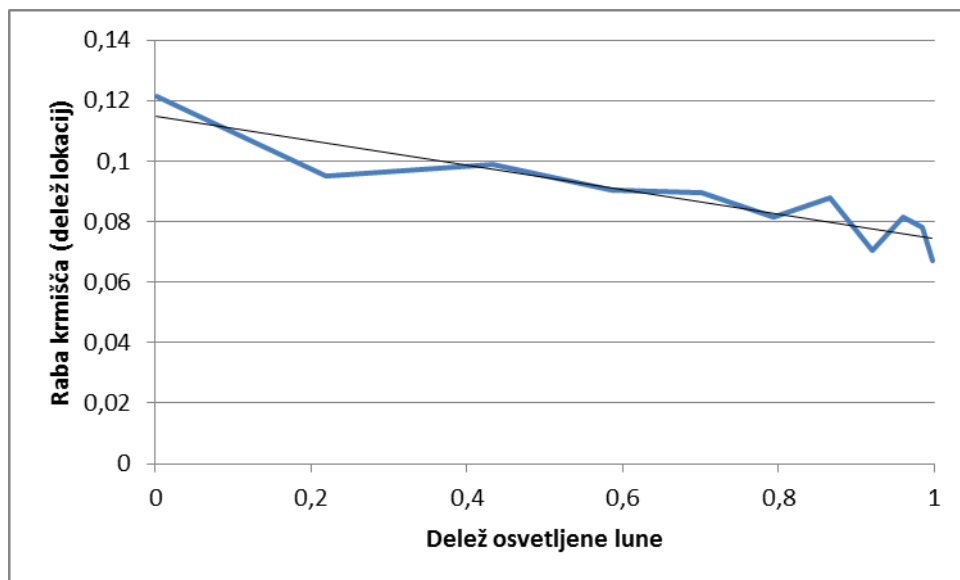
Slika 32: Razlike v dnevni in nočni rabi krmišča glede na prisotnost lune



Slika 33: Razlike v dnevno-nočni rabi krmišča glede na prisotnost lune

6.6.2 Raba krmišča glede na osvetljenost lune

S povečevanjem osvetljenosti lune od prazne proti polni luni raba krmišča rahlo upada z linearnim trendom (Slika 34).



Slika 34: Raba krmišča v odvisnosti od osvetljenosti lune

6.7 REZULTATI UNIVARIATNE ANALIZE

Rezultati univariatne analize kažejo, da je za vse analizirane neodvisne spremenljivke statistično značilna razlika med skupinama na krmišču/izven krmišča. Neodvisne spremenljivke so klasificirane glede na vrednost Mann-Whitneyeve U-statistike, od najmanjše do največje vrednosti (stolpec Napovedna moč, Preglednica 9). Tako dobimo pregled nad tem, kako velike so razlike med skupinama na krmišču/izven krmišča za posamezno neodvisno spremenljivko. S takšno klasifikacijo lahko tudi presoјamo in preverjamo napovedno moč multivariatnemu modelu. Kot potencialno dobre napovedovalne spremenljivke se v univariatni analizi kažejo predvsem meteorološke spremenljivke. V ospredju so kumulativna temperaturna povprečja, količina zapadlega snega v preteklem obdobju, število dni z negativnimi temperaturami. Za vsako posamezno od naštetih spremenljivk se kot najvplivnejše kažejo mesečne vrednosti. Sledi jim intenziteta krmljenja, kumulativno število dni z negativno temperaturo v sezoni, relativni čas, dnevna količina novozapadlega snega, območje spremljanja, najmanjšo povezanost s prisotnostjo živali na krmišču pa kaže osvetljenost lune.

Preglednica 13: Rezultati univariatne analize z Mann-Whitneyevim testom

Napovedna moč	Spremenljivka	Vsota rangov Skupina 1	Vsota rangov Skupina 2	U	Z	p
1	30TEMP	3,04E+09	1,08E+08	9,29E+07	6,73E+01	0,000
2	14 TEMP	3,04E+09	1,09E+08	9,37E+07	6,68E+01	0,000
3	7 TEMP	3,04E+09	1,10E+08	9,53E+07	6,58E+01	0,000
4	30NEG	2,83E+09	3,23E+08	9,82E+07	-6,40E+01	0,000
5	14NEG	2,83E+09	3,22E+08	9,99E+07	-6,30E+01	0,000
6	30SNOW	2,83E+09	3,18E+08	1,03E+08	-6,10E+01	0,000
7	14SNOW	2,84E+09	3,17E+08	1,05E+08	-6,01E+01	0,000
8	7NEG	2,84E+09	3,16E+08	1,06E+08	-5,94E+01	0,000
9	TEMP	3,03E+09	1,22E+08	1,06E+08	5,90E+01	0,000
10	7SNOW	2,85E+09	3,07E+08	1,14E+08	-5,41E+01	0,000
11	CUM_SNOW	1,91E+09	1,98E+08	1,27E+08	-2,19E+01	0,000
12	INT	3,00E+09	3,21E+08	1,274E+08	-5,73E+01	0,000
13	CUM_NEG	1,92E+09	1,96E+08	1,29E+08	-2,05E+01	0,000
14	REL_TIME	2,89E+09	2,58E+08	1,64E+08	-2,42E+01	0,000
15	SNOW	2,90E+09	2,54E+08	1,68E+08	-2,15E+01	0,000
16	REG	3,06E+09	2,59E+08	1,892E+08	-1,62E+01	0,000
17	MOON	2,94E+09	2,14E+08	1,99E+08	2,42E+00	0,016
18	ID_NO	3,09E+09	2,27E+08	2,11E+08	-3,26E+00	0,001

6.8 MULTIVARIATNI MODELI

V preglednicah 14, 17 in 20 navajamo spremenljivke, vstavljene v model na posameznem koraku. V preglednicah 15, 18 in 21 predstavljamo delež variance, ki je pojasnjena z modelom v posameznih korakih. Ker gre za logistično regresijo, merilo pojasnjene variance ni R^2 , pač pa dva izmed kazalnikov psevd R^2 : Cox in Snell R^2 in Naglekerke R^2 . Cox in Snell R^2 nikoli ne doseže vrednosti 1, tudi v primeru, ko bi model v popolnosti napovedoval izide. Pri Nagelkerkovem R^2 gre za modifikacijo Cox in Snell R^2 , ki odpravlja to slabost, saj za razliko od Cox in Snell R^2 doseže vrednost 1 ob popolni pojasnjevalni moči modela. Modela 1 a in 1 b sta imela 100 iteracij, model 2 pa 4.

V klasifikacijski tabeli (Preglednice 16, 19 in 22) navajamo delež pravilno napovedanih vrednosti binarne odvisne spremenljivke po korakih. Privzeta vrednost pri točki reza je 0,5. Deleže v klasifikacijski tabeli lahko smatramo kot kredibilne, saj smo s ponderiranjem dosegli uravnoteženje vzorcev ter uravnoteženje števila meritev po urah in posameznih živalih.

Zaradi številnosti dummy spremenljivk (številne kategorije) v modelih 1 a in 1 b, enačb s koeficienti B za prva dva modela ne bomo navajali v rezultatih. Parametri B, Waldova statistika, vrednosti p, razmerje obetov in 95 % interval zaupanja le-tega za model 2 so navedeni v Preglednici 23.

6.8.1 Model 1a

Preglednica 14: Neodvisne spremenljivke, vstavljene v model 1a na posameznem koraku

Korak	Vstavljena spremenljivka
1	MONTH*ROUND_H
2	ID_NO
3	MONTH
4	ROUND_H

Preglednica 15: Povzetek modela 1a po korakih

Korak	Koeficient največjega verjetja (-2LL)	Cox & Snell R ²	Nagelkerke R ²
1	10134,153 ^(a)	0,309	0,412
2	8291,837 ^(a)	0,426	0,567
3	8162,669 ^(a)	0,433	0,577
4	8048,660 ^(a)	0,439	0,586

Preglednica 16: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov modela 1a po korakih

		Napovedi			
		ON_OFF		Delež pravilno napovedanih	
		0	1		
Korak 1	ON/OFF 0	3277	1770	64,9	
	1	697	4226	85,8	
	Povprečje			75,3	
Korak 2	ON/OFF 0	3901	1146	77,3	
	1	752	4171	84,7	
	Povprečje			81,0	
Korak 3	ON/OFF 0	3984	1062	79,0	
	1	781	4142	84,1	
	Povprečje			81,5	
Korak 4	ON/OFF 0	4024	1022	79,8	
	1	808	4115	83,6	
	Povprečje			81,6	

*ON/OFF – binarna odvisna spremenljivka Na krmišču/izven krmišča

6.8.2 Model 1b

Preglednica 17: Neodvisne spremenljivke, vstavljene v model 1b na posameznem koraku

Korak	Vstavljena spremenljivka
1	MONTH*ROUND_H
2	INT
3	MONTH
4	ROUND_H

Preglednica 18: Povzetek modela 1b po korakih

Korak	Koeficient največjega verjetja (-2LL)	Cox & Snell R ²	Nagelkerke R ²
1	10134,153 ^(a)	,309	,412
2	9398,857 ^(a)	,358	,478
3	9252,241 ^(a)	,367	,490
4	9151,041 ^(a)	,374	,499

Preglednica 19: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov modela 1b po korakih

		Delež pravilno napovedanih
Korak 1	ON_OFF 0	64,9
	1	85,8
	Povprečje	75,3
Korak 2	ON_OFF 0	72,5
	1	83,4
	Povprečje	77,9
Korak 3	ON_OFF 0	77,1
	1	80,5
	Povprečje	78,8
Korak 4	ON_OFF 0	77,0
	1	81,7
	Povprečje	79,3

6.8.3 Model 2

Preglednica 20: Neodvisne spremenljivke, vstavljene v model 2 na posameznem koraku

Korak	Vstavljena spremenljivka
1	14TEMP
2	REL_TIME
3	30SNOW
4	30NEG
5	7TEMP
6	14TEMP*
7	7SNOW

*Odstranjena

Preglednica 21: Povzetek modela 2 po korakih

Korak	Koeficient največjega verjetja (-2LL)	Cox & Snell R^2	Nagelkerke R^2
1	9362,148	0,185	0,247
2	9157,476	0,206	0,275
3	9013,905	0,220	0,293
4	8952,721	0,226	0,301
5	8913,992	0,229	0,307
6	8914,027	0,229	0,306
7	8899,496	0,231	0,308

Preglednica 22: Točnost razvrščanja pozitivnih in negativnih primerov modela 2 po korakih

			Delež pravilno napovedanih
Korak 1	ON_OFF	0	60,1
		1	80,8
	Povprečje		71,3
Korak 2	ON_OFF	0	62,0
		1	78,4
	Povprečje		70,8
Korak 3	ON_OFF	0	64,7
		1	78,6
	Povprečje		72,2
Korak 4	ON_OFF	0	65,0
		1	78,1
	Povprečje		72,0
Korak 5	ON_OFF	0	65,8
		1	77,5
	Povprečje		72,1
Korak 6	ON_OFF	0	65,9
		1	77,5
	Povprečje		72,2
Korak 7	ON_OFF	0	65,9
		1	77,4
	Povprečje		72,1

Preglednica 23: Rezultati multivariatne analize za model 2

		Ocena parametra (B)	Waldova statistika	p	Razmerje obeto (Exp(B))	95 % interval zaupanja za razmerje obeto	
						Sp. meja	Zg. meja
Korak 1	14TEMP	-0,204	1288,634	0,000	0,815	0,806	0,824
	Konstanta	-0,630	356,934	0,000	0,533		
Korak 2	REL_TIME	0,610	200,282	0,000	1,840	1,691	2,002
	14TEMP	-0,203	1242,940	0,000	0,816	0,807	0,826
	Konstanta	-0,617	335,045	0,000	0,539		
Korak 3	REL_TIME	0,610	196,551	0,000	1,841	1,690	2,005
	14TEMP	-0,158	550,388	0,000	0,854	0,843	0,865
	30SNOW	0,010	139,683	0,000	1,010	1,008	1,012
	Konstanta	-0,621	334,021	0,000	0,538		
Korak 4	REL_TIME	0,626	203,918	0,000	1,870	1,716	2,038
	14TEMP	-0,090	69,133	0,000	0,914	0,894	0,933
	30NEG	0,045	60,603	0,000	1,046	1,034	1,058
	30SNOW	0,009	108,401	0,000	1,009	1,007	1,011
	Konstanta	-0,569	275,036	0,000	0,566		
Korak 5	REL_TIME	0,624	201,219	0,000	1,866	1,712	2,034
	7TEMP	-0,078	38,633	0,000	0,925	0,903	0,948
	14TEMP	-0,003	0,035	0,852	0,997	0,963	1,032
	30NEG	0,049	71,013	0,000	1,050	1,038	1,062
	30SNOW	0,009	117,248	0,000	1,009	1,008	1,011
	Konstanta	-0,562	267,977	0,000	0,570		
Korak 6	REL_TINE	0,624	201,407	0,000	1,866	1,712	2,034
	7TEMP	-0,080	107,104	0,000	0,923	0,910	0,937
	30NEG	0,050	109,256	0,000	1,051	1,041	1,061
	30SNOW	0,009	122,488	0,000	1,009	1,008	1,011
	Konstanta	-0,560	294,414	0,000	0,571		
Korak 7	REL_TINE	0,618	196,785	0,000	1,855	1,701	2,022
	7TEMP	-0,071	76,753	0,000	0,932	0,917	0,947
	7SNOW	0,009	14,210	0,000	1,009	1,004	1,013
	30NEG	0,054	120,638	0,000	1,056	1,046	1,066
	30SNOW	0,008	59,097	0,000	1,008	1,006	1,010
	Konstanta	-0,554	287,241	0,000	0,575		

7 RAZPRAVA

7.1 GOSTOTA LOKACIJ NA KRMIŠČU

Literatura poroča o lokalnih zgostitvah v prostorski razporeditvi jelenjadi in tudi drugih cervidov na območjih, kjer so krmišča (van Beest in sod., 2010; Bogovič, 2009; Gundersen in sod., 2004; Jerina, 2006; Putman in Staines, 2004; Sahlsten in sod., 2010; Smith, 2001; Webb, 2008). Naša analiza to ugotovitev potrjuje; gostota lokacij 23 osebkov telemetrijsko spremljane jelenjadi je bila na krmiščih in v 48-metrskem radiju okoli točke krmišča kar 126-krat višja kot v preostalem IOA (Preglednica 9). Razmerje je visoko, ob dejstvu, da smo v analizo vključili vse lokacije v vseh območjih, tako v hladnem delu leta (1. 9. – 30. 4.), ko je raba krmišč intenzivnejša, kot v toplem delu leta (1. 5. – 31. 8.), ko so krmišča občutno redkeje obiskana. Ob tem se poraja vprašanje, ali so te zgostitve značilne le za krmišča, ali bi podobne vzorce odkrili tudi na drugih prehransko ugodnih delih habitata. Ob vizualnem pregledu posnetih lokacij v programu ArcMap 10 smo zaznali manjše zgostitve na gozdnih robovih, travnikih in njivah, vendar so bile zgostitve v primerjavi s tistimi na krmišču mnogo manjše in niso imele značilnega vzorca, ki se je pojavljal na krmiščih (Slika 9).

7.2 AKTIVNOST JELENJADI

Preverili smo osnovno predpostavko, da živali krmišča obiskujejo z namenom, da se tam prehranjujejo. Rezultati kažejo, da se živali na krmišču prehranjujejo in počivajo, vendar je vedenjska kategorija »hranjenje in počasno gibanje« v primerjavi z vedenjsko kategorijo »počitek« na področju krmišča močnejše zastopana (Slika 11 in Preglednica 24).

Preglednica 24: Primerjava aktivnosti jelenjadi na krmišču, izven krmišča in v celotnem IOA

	Na krmišču	Izven krmišča	V celotnem IOA
Počitek	46 %	49 %	49 %
Hranjenje in počasno gibanje	54 %	51 %	51 %

Naši rezultati se dobro ujemajo z rezultati predhodnih raziskav; Wickstrom in sod. (1984) ter Bützler (1972, cit. po Wagenknecht, 1996) poročata, da jelenjad za prehranjevanje porabi med 40 in 60 % časa. Prav tako se naši rezultati ujemajo z ugotovitvami raziskave Löttker in sod.

(2009), po kateri smo povzeli metodo kategorizacije aktivnosti. Raziskava Löttker in sod. (2009) je v svojih neposrednih opazovanjih aktivnosti jelenjadi (en jelen in tri košute) zabeležila počitek v dobrih 46 % vseh opazovanj, hranjenje in počasno gibanje pa v dobrih 51 %. Hitro gibanje je v raziskavi zabeleženo v slabih 3 % celotnega časa, v naši raziskavi pa je hitro gibanje zasedalo manj kot 1 % celotne aktivnosti jelenjadi. Kategorijo "hitro gibanje" smo izločili iz analiz, saj za namen naše naloge ni bila relevantna – zanimalo nas je, koliko časa jelenjad porabi za hranjenje v primerjavi z ostalimi aktivnostmi, predvsem na krmišču.

Zanimalo nas je, ali se živali, glede na pridobljeno hrano (podatki prehranskih analiz) delež aktivnega časa, ki ga preživi na krmišču, energijsko izplača. Naši rezultati kažejo, da žival na krmišču prebije 5,6 % celotnega aktivnega časa, prehranske analize (Adamič, 1990) pa poročajo, da jelenjad na krmišču zadovolji približno 5 % svojih celoletnih prehranskih potreb. Čeprav je videti, da sta si rezultata blizu in bi v grobem lahko zaključili, da je energijska bilanca ugodna, saj delež aktivnega časa, ki ga jelenjad prebije na krmišču, dovolj dobro ustreza deležu pridobljene krme, pa obstaja več pomanjkljivosti takšne primerjave. Aktivnost, kot je definirana v pričujoči raziskavi, ne pomeni zgolj prehranjevanja, pač pa tudi počasno gibanje, ki predstavlja dodatne energijske izgube. V naši raziskavi tudi nismo upoštevali časa, ki ga žival porabi za pristop do krmišča in pomeni še dodatno porabljeno energijo. Obenem pa prehranska analiza, ki nam služi za primerjavo, ni obravnavala dejanske hranljivosti oz. energijskih enot, ki jih zaužita krma doprinese prehrani jelenjadi, pač pa je temeljila na volumskih deležih, teh pa ni mogoče neposredno enačiti z energijo. Tako lahko predvidevamo, da bi bila ob upoštevanju naštetega energijska bilanca nekoliko manj ugodna. Vsekakor je krmljenje z vidika energijske bilance tema, kateri bi se bilo vredno podrobneje posvetiti v nadaljnjih raziskavah.

Analiza 24-urne dinamike aktivnosti spremljane jelenjadi se je značilno ujemala s predpostavko o pretežno nočni aktivnosti jelenjadi z bimodalnim vzorcem, o kakršnem poroča tudi literatura (Beier in McCullgoh, 1990; Aschoff, 1966). Vrhova cirkadiane aktivnosti sta navadno zjutraj in zvečer in se ujemata s časom sončnega vzhoda in zahoda. Naša analiza je pokazala vrh aktivnosti (hranjenje in počasno gibanje) okoli 5. ure zjutraj in 8. ure zvečer (Slika 12). Gre za povprečje, saj čas sončnega vzhoda in zahoda preko leta variira. V analizah cirkadiane aktivnosti je to pomanjkljivost, ki pa jo je mogoče izločiti z uvedbo relativne časovne skale, ki teče med -1 (sončni vzhod), 0 (sončni zahod) in 1 (naslednji sončni vzhod).

7.3 CIRKADIANA DINAMIKA RABE KRMIŠČA

Rezultati kažejo najintenzivnejši obisk krmišča tik po sončnem vzhodu in tik po sončnem zahodu (Sliki 13 in 14). Vrhova sta očitnejša ob uporabi relativnega časa kot v 24-urni skali, kjer je večerni vrh močnejše izražen kot jutranji. Bimodalen vzorec rabe odprtih habitatov z vrhuncem v mraku in ob zori beležijo tudi Beier in McCulloch (1990) ter Kufeld (1988).

Sicer pa je jelenjad po naravi tako dnevno kot nočno aktivna in v nemoteni habitatih (brez človekovega vpliva) ne izkazuje vrhunca aktivnosti ob zori in v mraku (Kamler in sod., 2007).

7.4 CELOLETNA IN SEZONSKA DINAMIKA RABE KRMIŠČA

Krmišča niso oskrbovana skozi vse leto, pač pa preko zime, ko je v naravi manj dostopnih virov hrane in so tudi potrebe jelenjadi po dodatni hrani večje. Zato pričakujemo določene sezonske razlike v dinamiki rabe krmišč. Tako univariatne analize (Slike 15 do 18 in Preglednica 25) kot logistični model (Preglednica 14) kažejo na močno odvisnost rabe krmišča od meseca v letu.

Preglednica 25: Delež lokacij na krmišču po posameznih mesecih

Mesec	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Avg.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
(%)*	12,5	12,8	10,2	1,6	0,7	0,6	0,8	1,0	1,4	2,7	4,9	12,5

*Delež lokacij na krmišču (%)

Analiza deležev lokacij na krmišču, v katero smo vključili vse lokacije vseh spremljanih osebkov, nam nakazuje pričakovani vzorec: raba krmišča se poveča v hladnem delu leta, ki smo ga za namen nadaljnjih analiz na podlagi zgornjih rezultatov opredelili kot čas med 1. 9. in 30. 4. Adamič (1990) ugotavlja povečano pogostnost krme v vzorcih prehrane jelenjadi med novembrom in aprilom, ko se jelenjad zadržuje v območjih prezimovanja (raziskava na Kočevskem). Jerina (2006) v svoji raziskavi ugotavlja, da so se spremljani osebki jelenjadi pomaknili v bližino krmišč med septembrom in novembrom ter ostali tam vso zimo do konca marca. Naš časovni interval je tako širši od obeh navedenih v predhodnih raziskavah, saj nam takšnega narekujejo podatki in dejstvo, da ob temeljitem preučevanju vplivov krmljenja ne smemo izločiti dogajanja v prehodnem obdobju.

Namen te analize je bila le groba slika sezonskih razlik v rabi krmišča, ki pa variira glede na številne faktorje. Najočitnejše so razlike med posameznimi osebki (Slika 15, Preglednica 9). Literatura navaja razlike v prehranski strategiji in rabi krmišča med osebki različnih spolov, starosti in ranga (Clutton-Brock in sod., 1982 cit. po Villagran, 2012; Putman in Staines, 2004; Veiberg in sod., 2004).

Preverili smo razlike v rabi krmišča med košutami in jeleni (Slika 16). Slabost naše metode je v majhnem vzorcu jelenov (le 3 osebki). Vzorec rabe krmišča nakazuje razliko med spoloma; raba krmišča pri jelenih strmo narašča od oktobra dalje in doseže vrhunec že v sredini novembra, nato začne takoj upadati in ponovno naraste med februarjem in marcem.

Kljub temu da je naš vzorec premajhen za gotove zaključke, pa bi bilo mogoče hiter vzpon rabe krmišča z izrazitim maksimumom v zgodnji zimi pojasniti s tem, da se jeleni med rukom zelo izčrpajo in morajo kar najhitreje nadoknaditi izgubljeno energijo. Starejši jeleni lahko potrošijo celo vse predhodno nakopičene maščobne rezerve, medtem ko pri mlajših odraslih jelenih navadno ni tako (Mystreud in sod., 2008). Če si torej jeleni po zaključenem roku ne bi v kratkem času do zime nabrali dovolj maščobnih zalog, ne bi imeli možnosti za preživetje zime. Ponovno intenziviranje obiska krmišča v februarju bi lahko bilo povezano s povečanimi potrebami zaradi začetka rasti rogovja (Putman in Staines, 2004; Hafner, 2008).

V povezavi s spolno specifično rabo krmišča se postavlja vprašanje vpliva socialnega ranga živali. Odrasli jeleni na krmišču dominirajo nad košutami, teleti in mlajšimi odraslimi jeleni. V literaturi se pojavljajo celo predlogi, da bi v primerih, ko želimo ciljno krmiti košute in teleta, pripravili ločena krmišča oz. razporedili številna krmišča tako, da bi bila uporaba omogočena kar največ osebkom, ne glede na njihov spol, starost in socialni položaj (Putman in Staines, 2004; von Raesfeld, 1992).

Obenem pa tako znana literatura kot ugotovitve naše raziskave kažejo na to, da je prehranska strategija košut drugačna od prehranske strategije jelenov, kar bi lahko bila posledica razlik v velikosti in časovni dinamiki energijskih potreb (Meng in sod. 2008) ter izbiri habitata in dejavnikov, ki vplivajo na le-to. Pri košutah je v ospredju varnost pred predatorji (Bonenfant in sod., 2000; Bowyer, 2004), pri jelenih pa je izbira habitata povezana z zagotavljanjem reprodukcijskega uspeha (Hafner, 2008; Main in Coblenz, 1990).

Pri cervidih nekateri avtorji beležijo, da samice zasedajo boljše habitate kot samci in uživajo hranljivejšo, s proteini bogatejšo hrano (Beier, 1987; Cluton-Brock in sod., 1985). V literaturi se pojavlja razlaga, da je spolna segregacija in razlika v izbiri habitatov pri vrstah prežvekovalcev z visoko stopnjo spolnega dimorfizma posledica redkosti virov in hkrati način zagotavljanja dostopa samicam do obojestransko priljubljenih stanišč (Illius in Gordon, 1987).

7.5 ZGODOVINA KRMLJENJA VPLIVA NA INTENZIVNOST RABE KRMIŠČA

Raba krmišča se po območjih spremljanja močno razlikuje (Slika 17). Delno bi to lahko pojasnili z razlikami v klimatskih razmerah, vendar tovrstna razlaga nikakor ne pojasni občutne razlike v rabi krmišč med sosednjima območjima - Rakitno in Vrhniko. Klimatske razmere v območjih so si zelo podobne, vendar je raba krmišč v območju Rakitna precej manjša kot v območju Vrhnika. Nadalje gre omeniti, da sta si po klimatskih razmerah rakitniško in npr. kočevsko območje bližja kot vrhniško in kočevsko (Preglednica 1), kljub temu pa je vzorec rabe krmišča v vrhniškem in kočevskem območju zelo podoben – frekvenca rabe je visoka. Nasprotno pa je na Tolminskem, kjer bi na podlagi klimatskih podatkov pričakovali večje zimske potrebe jelenjadi in temu odgovarjajočo večjo rabo krmišča, ta izrazito nizka. Vzorec postane smiselno, ko kot pojasnjevalno spremenljivko uvedemo intenziteto krmljenja. Gre za kategorialno spremenljivko, ki smo jo tvorili na podlagi poznavanja obsega in zgodovine krmljenja na območjih (Preglednica 2). Razlike v zgodovini krmljenja med območji so velike; na npr. Snežniško–Javorniškem področju se krmi že vse od ponovne naselitve jelenjadi konec 19. stoletja, medtem ko se na drugih območjih – npr. Tolminsko – krmi šele nekaj let. Spremenljivka je opisna in delno subjektivna, korelacija z rabo krmišča pa je očitna. V rabi krmišča močno prednjačijo območja z visoko intenziteto krmljenja: Vrhnika, Kočevsko in Snežniško-Javorniško. Gre za območja, ki se vsaj delno ujemajo z lovišči s posebnim namenom in imajo dolgo tradicijo krmljenja jelenjadi. Na teh področjih je raba krmišča v svojem maksimumu (med sredo novembra in sredo marca) vsaj 2-krat do 3-krat večja kot v območjih s srednjo in nizko intenziteto, kar je še očitneje na Sliki 18.

Multivariatna analiza je pokazala (Preglednica 17), da je intenziteta krmljenja, takoj za sezonsko (mesec) in dnevno-nočno (ura) umestitvijo dogodka, najmočnejši pojasnjevalni faktor za rabo oz. nerabo krmišča. Poudariti je potrebno pomembnost te ugotovitve za upravljavski vidik krmljenja. Zakoreninjena miselnost, da žival obiskuje krmišče zgolj kot

odziv na pomanjkanje in zimsko stisko, predstavlja pomanjkljivo razlago. S samimi značilnostmi izvajanja krmljenja – dolgoletnostjo, rednostjo, količino krme – namreč aktivno oblikujemo in preoblikujemo vedenje živali. Zato priporočamo vplive intenzitete krmljenja kot predmet dolgoročnih raziskav in opozarjamo, da ta vidik pri načrtovanju krmljenja ne sme biti prezrt.

Glede na iz literature poznano dejstvo, da se prehranska strategija in poznavanje lokacije krmišča pri jelenjadi prenašata iz generacije v generacijo (von Rasfeld in Reulecke, 1991; McLoughlin, 2000), prilagojeno vedenje pa se s časom utrjuje (Boutin, 1990; Mystreud, 2010; Schmidt, 1993), rezultati ne presenečajo. S tem potrjujemo hipotezo, da zgodovina krmljenja vpliva na utilizacijo krmišča.

7.6 VPLIV METEOROLOŠKIH DEJVNİKOV NA RABO KRMIŠČA

Preučevanje meteoroloških dejavnikov na rabo krmišča je lahko težavna naloga, zaradi močne povezanosti med njimi. Snežne in temperaturne razmere namreč močno korelirajo. Da bi se izognili temu problemu, se številni avtorji raje odločajo za uporabo indeksov, ki bolj celostno povzemajo meteorološke razmere (Jacques, 2012; Verme, 1968), kot pa za analizo posameznega dejavnika. Ob analizi kumulativnih vrednosti ima močan vpliv tudi izbrani časovni okvir. Ob dolgih časovnih intervalih se lahko trend obrne tudi zaradi menjave letnega časa.

7.6.1 Ko je v naravi manj dostopnih virov hrane, se raba krmišča poveča

Na splošno velja, da je temperatura zraka 5 °C spodnji temperaturni prag za rast rastlin; vegetacijska doba torej traja od dne, ko povprečna dnevna temperatura zraka spomladi preide nad temperaturni prag 5 °C, do dne, ko jeseni spet pade pod to vrednost (Eionet-SI ..., 2012). Rezultati naše raziskave kažejo rahel porast rabe krmišča, že ko temperature padejo pod 15 °C, še izrazitejši porast pa, ko se temperature spustijo pod 5 °C (Slike 19-22).

Tudi drugi avtorji poročajo o porastu rabe krmišča ob nižjih zunanjih temperaturah (Putman in Staines, 2004), kar pomeni, da naj bi načeloma količina ponujene hrane naraščala od oktobra do aprila, kar pa ni v skladu z upadom apetita in fiziološkimi prilagoditvami na manjšo ponudbo hrane v naravi pozimi (Putman in Staines 2004; Hafner, 2008). Szukiel

(1981, cit. po Adamič, 1990) ugotavlja pomembnost negativnih temperatur za rabo krmišča; poroča, da je jelenjad pričela jemati krmo šele, ko so temperature padle pod 0 °C. Adamič (1990) pa poroča o značilni povezavi med povprečnimi dnevnimi temperaturami pod -10 °C in volumskim deležem krme v vzorcih. Naši rezultati kažejo na povečano rabo krmišča, še preden se temperature spustijo pod 0 °C, pri nižjih temperaturah pa se trend rabe krmišča strmo povečuje (eksponentna rast) z večjim skokom pod -5 °C. Kaže pa se linearno naraščanje rabe krmišča s povečevanjem števila dni z negativnimi temperaturami v predhodnih 1-tedenskih in 2-tedenskih obdobjih (Sliki 27 in 28) in eksponentna rast rabe krmišča s povečevanjem števila dni z negativnimi temperaturami v preteklem mesecu (Slika 29).

Poleg prenehanja rastne dobe pa je najmočnejši omejitveni dejavnik, ki vpliva na dostopnost prehranskih virov v okolju jelenjadi, prav sneg, natančneje debelina snežne odeje. Žal nam v naši raziskavi podatek o debelini snežne odeje na območjih raziskave ni bil dostopen, zaradi številnih vplivnih faktorjev (pokritost območij z vegetacijo, različna hitrost topljenja snega glede na ekspozicijo, topografijo in vegetacijske značilnosti) pa bi bila interpolacija preveč nezanesljiva. Zato smo kot kazalnik snežnih razmer uporabili količino novozapadlega snega na dnevni ravni in kumulativne vsote novozapadlega snega v različnih obdobjih. Še posebej kumulativne vrednosti novozapadlega snega so povezane z debelino snežne odeje – tem več snega v nekem obdobju zapade, tem večja je verjetnost, da bo tudi snežna odeja debelejša oz. da bo čas pokritosti preostale talne vegetacije daljši in bo le-ta kot prehranski vir nedostopna. Rezultati naše raziskave kažejo nelinearen odziv rabe krmišča na količino novozapadlega snega; raba krmišča do določene količine novozapadlega snega narašča, nato pa ponovno upada. Na dnevni ravni je točka preloma pri 7 cm novozapadlega snega. Raba krmišča po predhodnem naraščanju začne ponovno upadati, ko tedenska vsota novozapadlega snega preseže 30 cm, dvotedenska vsota preseže 45 cm ali ko mesečna vsota preseže 70 cm novozapadlega snega. Začetno naraščanje rabe krmišča ob povečevanju količine snežnih padavin smo pričakovali na podlagi poročil predhodnih raziskav, ki poročajo o porastu obiska krmišča, ko zapade sneg (Ozoga in Verme, 1982, cit. po Adamič, 1990), prav tako pa ni nepričakovan upad rabe krmišča nad določeno količino snega, če v obzir vzamemo vpliv snega na energijsko bilanco jelenjadi. Odnos med debelino snežne odeje in porabo energije je nelinearen, nad določeno debelino snežne odeje poraba energije za gibanje tako narašča, da je edina strategija, ki se živalim energijsko splača, zmanjšanje aktivnosti (Beier in McCullogh, 1990; Kufeld, 1988,). Parker in sod. (1984) poroča, da jelenjad porabi za hojo v 50 cm

globokem snegu kar 220 % več energije kot za gibanje po primerljivem terenu brez snega. Kufeld (1988) poroča, da živali spremenijo vedenjsko strategijo in začno počivati več, ko debelina snežne odeje preseže 36 cm. Tipičen odziv na ostre snežne razmere je tako zmanjšanje aktivnosti, zmanjšanje rabe odprtih habitatov in zadrževanje v kritju vegetacije (Adamič, 1990; Beier in McCulloch, 1990; Jerina, 2006). Uporaba krmišča se jelenjadi v najostrejših zimskih razmerah tako ne splača, saj bi za sam pristop na odprto zasneženo krmišče porabile več energije, kot bi jo nadomestile s krmo (Putman in Staines, 2004). Hipotezo o povečanju rabe krmišča, ko je v naravi manj dostopnih virov hrane, lahko potrdimo zgolj ob opozorilu, da je kljub pomembnosti dostopnosti naravnih virov hrane kot dejavnika, ki vpliva na rabo krmišča, v prvi vrsti potrebno presojati zimske razmere in krmljenje z vidika energijske bilance.

7.6.2 Večja ko je stopnja iztrošenosti maščobnih zalog, pogosteje bo žival uporabila krmišče

V zadnjih zimskih in zgodnjih pomladanskih mesecih, ko so zimske maščobne zaloge že iztrošene, naravni viri prehrane pa še niso dostopni, nastopi za jelenjad čas največje stiske (Hafner, 2008), v katerem bi pričakovali pogosto rabo krmišča. Grafična predstavitev celoletne dinamike rabe krmišča (Slike 15 do 18) izkazuje rahlo desno asimetričnost, kar nakazuje na povečano rabo krmišča proti koncu zime. Najizrazitejša izjema je krivulja, ki ponazarja rabo krmišča s strani jelenov, pa tudi ta ponovno naraste in doseže drugi maksimum v času med februarjem in marcem. S splošno specifičnimi potrebami pogojene razloge za takšno porazdelitev navajamo v poglavju 7.4.

Maščobne zaloge se iztrošijo hitreje, če so zimske razmere ostrejšje (Olsen in Lewis, 1994; Verme, 1968), zato smo za presojo iztrošenosti maščobnih zalog izbrali kumulativne vrednosti novozapadlega snega in vsoto dni z negativnimi temperaturami od začetka hladnega obdobja dalje (Sliki 30 in 31). Slabost te metode je, da so kumulativne vrednosti največje ob koncu zimskega obdobja, ko se ponekod že začne vegetacijska sezona, zato gre pričakovati upad rabe krmišča ob največjih kumulativnih vrednostih, presoja, ali gre upad pripisati zgolj temu razlogu, pa je otežena. Rezultati bi bili bolj zgovorni, če bi primerjali rabo krmišča na isti dan na istem območju v različnih letih z ozirom na dotedanje predhodne zimske razmere. Takšna primerjava bi enoznačno izkazovala pomen iztrošenosti maščobnih zalog za obisk krmišča. To je eden od možnih razlogov, da se neodvisni spremenljivki »kumulativna vsota

dni z negativno temperaturo od začetka hladnega obdobja do danega dne« in »kumulativna vsota novozapadlega snega od začetka hladnega obdobja do danega dne« v multivariatnem logističnem modelu nista izkazali kot pojasnjevalna faktorja za rabo krmišča (Preglednica 20).

Kljub temu pa rezultati kažejo na pomembnost predhodnih meteoroloških razmer za rabo krmišča. Multivariatni logistični model kaže, da imajo med meteorološkimi spremenljivkami največjo pojasnjevalno moč vsota snežnih padavin v preteklem mesecu, število dni z negativno temperaturo v preteklem mesecu, povprečna dnevna temperatura v preteklem tednu ter vsota snežnih padavin v preteklem tednu (Preglednica 20), podobna je tudi klasifikacija spremenljivk z Mann-Whitneyevim testom. Odzivi odvisne spremenljivke v multivariatni analizi ne odstopajo od pričakovanj; raba krmišča se večja z nižjimi temperaturami, večjo količino zapadlega snega in večjim številom dni z negativno temperaturo. Model 2 ima več kot 72 % točnost napovedi (Preglednica 22).

S tem potrjujemo hipotezo o vplivu iztrošenosti maščobnih zalog na povečano rabo krmišča, problematiko pa priporočamo kot predmet nadaljnjih raziskav.

7.7 VPLIV LUNE NA RABO KRMIŠČA

Rezultati analize vpliva lune na rabo krmišča niso enoznačni. Analiza kaže za 2 % višjo rabo krmišča v nočeh brez lune kot pa v nočeh z luno (Sliki 32 in 33). Nadalje se kaže blag trend upadanja rabe krmišča, ko osvetljenost lune narašča od prazne proti polni luni (Slika 34), medtem ko multivariatni logistični model ne potrjuje povezave osvetljenosti lune in rabe krmišča, čeprav univariatna analiza z Mann-Whitneyevim neparametričnim testom kaže značilne razlike med skupinama na krmišču/izven krmišča, resda pa med vsemi spremenljivkami uvršča luno na zadnje mesto po potencialni napovedni moči (U-statistika, Preglednica 13). Slabost našega pristopa je tudi v tem, da nismo imeli podatka o deležu oblačnosti, ki lahko odločilno vpliva na dejanske svetlobne razmere; tako je lahko v oblačnih nočeh pomen lune za osvetlitev povsem izničen.

Tudi predhodne raziskave o vplivu lune na aktivnost, prehranjevanje in rabo habitatov podajajo različne zaključke. Nekateri avtorji potrjujejo, da lunina svetloba živalim predstavlja faktor tveganja rabe odprtih habitatov (Newhouse, 1973, cit. po Beier in McCullough, 1990; Stapp in Lindquist, 2007). Drugi avtorji (Kufeld in sod. 1988, Zagata in Haugen 1974) vpliva

lune na obnašanje živali niso zaznali. Potrebno je omeniti, da navedene raziskave niso potekale na jelenjadi (*Cervus elaphus*), pač pa pretežno na *Odocoileus sp.* (Kufeld in sod., 1988; Zagata in Haugen, 1974; Newhouse, 1973), Stapp in Lindquist (2007) pa sta preučevala vpliv lune na severozahodno ameriško glodalsko vrsto *Dipodomys ordii*.

Hipoteze, da osvetljenost lune predstavlja tveganje za rabo krmišča in povzroča upad obiska krmišča, na podlagi rezultatov z gotovostjo ne moremo niti ovreči niti potrditi. Menimo, da bodo potrebne nadaljnje raziskave, ki bodo osvetlile to področje.

8 SKLEPI

Naša raziskava je preučila krmljenje jelenjadi s številnih vidikov. Potrdili smo vplive krmljenja na prostorske vzorce razporeditve jelenjadi in ugotovili velike zgostitve jelenjadi na krmiščih v primerjavi s preostalimi deli IOA. Preučili in potrdili smo vplive številnih dejavnikov na rabo krmišča, v nekaterih vprašanjih pa zaradi pomanjkanja podatkov (vpliv spola jelenjadi na vzorce krmljenja, vloga krmljenja v energijski bilanci jelenjadi) ali dvoznačnih rezultatov (vpliv lune) podajamo zgolj oceno s komentarjem in problematiko priporočamo v nadaljnje raziskovanje.

Groba primerjava rezultatov analize aktivnosti v pričujoči raziskavi in predhodnih prehranskih analiz (Adamič 1990) kaže, da obiskovanje krmišča z vidika energijske bilance za žival ni neugodno. Zaradi metodoloških pomanjkljivosti primerjave priporočamo problematiko krmljenja v luči energijske bilance kot predmet nadaljnjih raziskav, ki bodo ciljno obravnavale energetske vidike krmljenja jelenjadi.

Rezultati kažejo, da na cirkadiani ravni jelenjad krmišče najintenzivneje uporablja tik po sončnem vzhodu in tik po sončnem zahodu. Iz literature je znano, da je takšen vzorec aktivnosti značilen za jelenjad v habitatih, ki so podvrženi antropogenim motnjam.

Na letni ravni je raba krmišča v naši raziskavi naraščala od septembra dalje, kulminirala v februarju (13 % lokacij na krmišču), v marcu bila še vedno relativno visoka (10 % lokacij na krmišču), nato pa v aprilu strmo upadla in se v maju spustila pod 1 % lokacij na krmišču.

Dokazali smo, da zgodovina krmljenja vpliva na rabo krmišča. Na območjih z dolgoletnim intenzivnim krmljenjem beležimo intenzivnejšo rabo krmišča kot na območjih, kjer se je krmljenje začelo pred kratkim ali pa je neredno in v skromnih količinah. Ker se prilagojeno vedenje jelenjadi s časom utrjuje, bi bilo potrebno vplive intenzitete krmljenja dolgoročno spremljati in upoštevati pri lovno-gospodarskem načrtovanju.

Pogostnost obiska krmišča je za jelenjad močno odvisna od meteoroloških dejavnikov. Vpliv le-teh je le redko nenaden; raba krmišča se dobro odziva na vremenske razmere v preteklem mesecu. Raba krmišča se povečuje, ko povprečna temperatura preteklega meseca pade pod 15 °C, skokovito pa naraste, ko se povprečna temperatura preteklega meseca spusti pod 5 °C,

kar sovpada s prenehanjem rastle sezone. Z naraščajočo kumulativno količino novozapadlega snega jelenjad krmišče obiskuje vse pogostejše, ko pa kumulativna količina novozapadlega snega naraste preko določene vrednosti, pa obisk krmišča ponovno upada. Odziv je najmočnejši ob upoštevanju snežnih razmer v preteklem mesecu. Obisk krmišča prične upadati, ko kumulativna količina novozapadlega snega v preteklem mesecu preseže 70 cm. S povečevanjem števila dni z negativno temperaturo v predhodnem obdobju obisk krmišča narašča in se najboljše odziva na število dni z negativno temperaturo v preteklem mesecu.

V ostrejših vremenskih razmerah jelenjad hitreje troši maščobne zaloge. Maščobnih zalog nismo merili neposredno, pač pa smo posredno, preko meteoroloških razmer, pokazali, da ob vse večji iztrošenosti maščobnih zalog jelenjad pogostejše uporablja krmišča kot lahko dostopen prehranski vir v času pomanjkanja.

Rezultati analize vpliva lune na rabo krmišča nakazujejo, da ob večji lunini osvetljenosti obisk krmišča rahlo upade. Univariatna analiza je vpliv lune potrdila, multivariatna analiza pa ovrgla, zato vprašanje vpliva lune na krmljenje daje iztočnico za nadaljnje raziskave.

Zaradi obsežnih dolgoročnih vplivov, ki jih ima krmljenje lahko tako na jelenjad kot na okolje in ekonomijo, priporočamo, da se raziskave, ki preučujejo okoliščine krmljenja, upoštevajo pri načrtovanju krmljenja ter pri presoji upravičenosti krmljenja in potencialih zapletih, ki so lahko posledica nepravilnega izvajanja krmljenja. Kjer se krmljenje že izvaja, naj bo le-to redno in prilagojeno lokalnim razmeram. Kjer pa se upravljalci za krmljenje šele odločajo, pa je potrebna jasna opredelitev ciljev, ki ji sledi premišljena umestitev ukrepa v čas in prostor ob popolnem poznavanju populacijskih, habitatnih in okoljskih razmer.

9 POVZETEK

Krmljenje jelenjadi služi ustvarjanju boljših pogojev za preživetje zimskih razmer, zmanjšanju škod, povzročenih po divjadi na kmetijskih kulturah in gozdu ter lažjemu upravljanju s populacijami, povezuje pa se tudi s pozitivnimi učinki na vzdrževanje visokih gostot jelenjadi za lov, na povečanje telesnih tež, izboljšanje kvalitete trofej ter povečanje reprodukcijskega uspeha in plodnosti. V številnih raziskavah se je pokazalo, da se dejanski rezultati krmljenja razlikujejo od pričakovanih, krmljenje pa ima lahko tudi negativne vplive – pospeši širjenje bolezni v populaciji, povzroča lokalno povečanje škod in spremembo vegetacije v okolici krmišča, lahko dolgoročno zmanjša prilagodljivost vrste, obenem pa krmljenje predstavlja velik strošek.

Za smotrno načrtovanje in izvajanje krmljenja je potrebno temeljito poznavanje okoljskih dejavnikov, ki vplivajo na prehranske potrebe in navade jelenjadi. V raziskavi si zato zadajamo podrobnejšo analizo prostorske in časovne dinamike sistema okoljski dejavniki – jelenjad – krmljenje. Podrobneje preučujemo, v kakšnih razmerah je prostorska razporeditev jelenjadi močnejše zaznamovana s krmljenjem oz. pod kakšnimi pogoji jelenjad najintenzivneje uporablja krmišča.

Analize so bile izvedene na podlagi podatkov, zbranih s telemetrijskim spremljanjem 24 osebkov jelenjadi (21 košut, 3 jeleni), ki je potekalo v različnih obdobjih med leti 2004 in 2012 v osmih različnih prostorsko ločenih enotah po Sloveniji, ki smo jih uvrstili v sedem območij (Tolminsko, Kočevsko, Rakitna, Vrhnika, Divača, Snežniško-Javorniško in Prekmurje). Območja smo glede na poznavanje zgodovine in značilnosti izvajanja krmljenja razdelili v tri kategorije: območja z nizko, srednjo in visoko intenziteto krmljenja. Skupno smo razpolagali z 134159 posnetki lokacij ter 1927171 posnetki aktivnosti. Na podlagi zloma krivulje frekvenčne porazdelitve števila posnetih lokacij jelenjadi v odvisnosti od oddaljenosti lokacije od krmišča smo določili kriterialno razdaljo 48 m in tako oblikovali binarno spremenljivko »na krmišču«/izven krmišča«, na kateri so temeljile vse nadaljnje analize.

Podatke o aktivnosti smo za potrebe analize priredili tako, da smo po metodi Loettker in sod. (2009) vsaki lokaciji pripisali delež ene od treh kategorij aktivnosti – hitro gibanje, počasno gibanje/prehranjevanje, počitek – ki jo je žival izkazovala v uri, ko je bila lokacija posneta. Od ARSO smo pridobili vrednosti meteoroloških spremenljivk za vse dni telemetrijske

spremljave, razvili lastno metodo za prostorsko interpolacijo, ter tvorili spremenljivke, ki so ponazarjale vrednosti povprečne temperature, števila dni z negativno temperaturo in kumulativno količino novozapadlega snega v različnih obdobjih pred posnetkom lokacije. Pridobili smo podatke o luninem vzhodu in zahodu in osvetljenem deležu lune ter vsaki nočni lokaciji pripisali vrednost nove spremenljivke, ki je izražala osvetljeni delež lune ob času posnetka lokacije.

Testirali smo predpostavko, da so gostote jelenjadi na krmišču povečane, ter, da se jelenjad na krmišču aktivno hrani. Osrednje analize so obsegale preučitev rabe krmišča v odvisnosti od okoljskih dejavnikov z grafičnim prikazom, Mann-Whitneyevim neparametričnim testom ter multivariatno logistično regresijo.

Rezultati kažejo močno povečane gostote jelenjadi na krmišču v primerjavi s preostalim IOA. Obiskanost krmišča narašča od septembra dalje, kulminira v februarju, nato pa ponovno upada. Na dnevni ravni je jelenjad krmišče najpogosteje uporabljala v mraku in ob zori, kar kaže na bimodalno vzorec aktivnosti, značilen za številne vrste v habitatih, ki so pod močnim vplivom človekove prisotnosti in dejavnosti. Analize aktivnosti ne kažejo velikih razlik med deležem aktivnega časa, ko se žival prehranjuje, in deležem počitka na krmišču ali izven krmišča. Z energetskega vidika pa je pomembnejši podatek, da je jelenjad v naši raziskavi na krmišču preživela 5,6 % celotnega aktivnega časa, kar je blizu podatku, da jelenjad s krmo pokrije 5 % svojih celoletnih prehranskih potreb (Adamič 1990).

Rezultati kažejo, da intenziteta in zgodovina krmljenja vplivata na rabo krmišč; v območjih z dolgo tradicijo in intenzivnim zimskim krmljenjem jelenjadi (Kočevsko, Vrhnika in Snežniško-Javorniško območje) je krmišče pogosteje obiskano kot v preostalih območjih.

Potrdili smo povezanost zmanjšane dostopnosti naravnih virov prehrane s povečano rabo krmišča. Delež lokacij na krmišču začne strmo naraščati, ko temperatura pade pod 5 °C, kar se ujema s prenehanjem raste sezone. S posrednimi meritvami (preko meteoroloških spremenljivk) smo potrdili, da iztrošenost maščobnih zalog vpliva na rabo krmišča. Daljšim obdobjem ostrih vremenskih razmer (nizke temperature, veliko število dni z negativnimi temperaturami, večje kumulativne količine novozapadlega snega) sledi intenzivnejša raba krmišča. Še posebej obstaja močna povezava med rabo krmišča in vrednostmi meteoroloških spremenljivk v preteklem mesecu. Odziv rabe krmišča na snežne razmere izrazito nelinearen.

Raba krmišča z vse večjo količino novozapadlega snega sprva narašča, nato pa ponovno upade. Takšen odziv je mogoče pripisati velikemu energijskemu strošku, ki ga za žival predstavlja hoja v visokem snegu; v času obilnih snežnih padavin ali debele snežne odeje jelenjad namreč uporablja strategijo varčevanja z energijo in se izogiba izstopu iz gozda na odprta območja, na kakršnih so navadno krmišča.

Povezava večje ali manjše nočne osvetlitve, ki jo v teku svojega cikla ponuja luna, in rabe krmišča ostaja nejasna. Z grafičnim prikazom odvisnosti rabe krmišča od naraščanja lunine osvetljenosti smo beležili 2 % upad rabe krmišča, statistične analize pa vpliva lune niso enoznačno potrdile.

Ker so tako pozitivni kot negativni učinki krmljenja lahko obsežni in povezani tako z dobrobitjo divjadi kot tudi z okoljskimi in ekonomskimi vprašanji, naj vse odločitve o izvajanju, uvajanju ali pa celo opuščanju krmljenja temeljijo na doslednem načrtovanju, odličnem poznavanju trenutnih in preteklih lokalnih okoljskih in populacijskih razmer ter predvsem dobro opredeljenem problemu in ciljih, ki naj bi jih s pomočjo krmljenja dosegli. Še posebej na področju upravljanja s populacijami prostoživečih živali je nujno, da si upravljanje in raziskovanje podajata roko in sodelujeta pri reševanju problemov, ki nastajajo kot posledica tesnega sobivanja prostoživečih živali in človeka in stalnih sprememb v okolju.

10 VIRI

Adamič M. 1982a. Prehranske značilnosti jelenjadi in srnjadi v kočevskem, notranjskem in krinskem lovsko gojitvenem območju. Gozdarski vestnik, 40: 295-314.

Adamič M. 1982b. Prispevek k poznavanju prehrane jelenjadi in srnjadi na Snežniku. Lovec, 64: 51-56.

Adamič M. 1989. Prehranske značilnosti kot prvina načrtovanja varstva, gojitve in lova parkljaste divjadi s poudarkom na jelenjadi (*Cervus elaphus*). Gozdarski vestnik, 47, 4: 145-162.

Adamič M. 1990. Prehranske značilnosti kot element načrtovanja, varstva, gojitve in lova divjadi s poudarkom na jelenjadi (*Cervus elaphus*, L.). (Strokovna in znanstvena dela, 105). Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 203 str.

Andersen R. 1991. Habitat deterioration and the migrator behavior of moose (*Alces Alces* L.) in Norway. Journal of Applied Ecology, 28: 102-108.

Aschoff J. 1966. Circadian activity pattern with two peaks. Ecology, 47: 657-662.

Bailey R. 1999. A working model to assist in determining initiation of supplemental feeding of elk and a carrying capacity model for the National Elk Refuge: thesis. Jackson, Wyoming., University of Wyoming

Bearder S. K., Nekaris K. A. I., Curtis D. J. 2006. A re-evaluation of the role of vision in the activity and communication of nocturnal primates. Folia Primatologica, 77: 50-71.

Beier P. 1987. Sex differences in quality of white tailed deer diets. Journal of Mammalogy, 68:323-329.

https://oak.ucc.nau.edu/pb1/vitae/Beier.1987.Sex_diffs_deer_diets.pdf (16. 7. 2012)

Beier P., McCullgoh D.R, 1990. Factors influencing white tailed deer activity patterns and habitat use. Wildlife monographs, 109: 3-51.

Baker D. L., Hobbs N. T. 1985. Emergency feeding of mule deer during winter: Test of supplemental ration. *The Journal of Wildlife management*, 49, 4: 934-942.

Berger A., Scheibe K. M., Brelurut A., Schober F., Streich W. J. 2002 Seasonal Variation of diurnal and Ultradian Rhythms in Red Deer. *Biological rhythm research*, 33, 3: 237-253

van Beest F. M., Gundersen H., Mathisen K. M., Milner J. M. and Skarpe C. 2010. Long-term browsing impact around diversionary feeding stations for moose in Southern Norway. *Forest Ecology and Management*, 259, 10, 1900-1911.

Bogovič G. 2009. Analiza ustreznosti razmeščanje krmišč z vidika zmanjševanja škod v gozdnem prostoru na primeru posavskega lovno upravljaljskega območja: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 45 str.

Bonenfant C., Loe L. E., Myserud A., Langvatn R., Stenseth N. C., Gaillard J. M., Klein F. 2000. Multiple causes of sexual segregation in European red deer: enlightenments from varying breeding phenology at high and low latitude. *Proceedings of the royal society*, B: 1-10.

Boutin S. 1990. Food supplementation experiments with terrestrial vertebrates: patterns, problems, and the future. *Canadian Journal of Zoology*, 68, 2: 203-220.

Bowyer R.T. 2004. Sexual segregation in ruminants: definitions, hypotheses, and implications for conservation and management. *Journal of Mammalogy*, 85:1039-1052.

Brown R. D., Cooper S. 2006. The nutritional, ecological, and ethical arguments against baiting and feeding white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin*, 34,2: 519-524.

Brozd A., Osieki A. 1973. Intake and digestibility of natural feeds by roe deer. *Acta theriologica*, 18: 81-91.

Bützler W. 1972. Rotwild. München, BLV

Caranza J., Garcia-Muñoz, de Dios Vargas J. 1995. Experimental shifting from harem defence to territoriality in rutting red deer. *Animal Behaviour*, 49: 551-554.

Cederlund G., Ljungqvist H., Mark-Gren G., Stålfeldt F. 1980. Foods of moose and roe deer at Grimsö in central Sweden. Results of rumen content analyses. *Swedish Wildlife Research (Viltrevy)*, 11: 170-223.

Cederlund G., Sandgren F., Larson K. 1987. Summer movements of female moose and dispersal of their offspring. *Journal of Wildlife Management*, 15: 342-352

Christianson D., Creel S. 2007 A review of environmental factors affecting elk winter diets. *Journal of Wildlife Management*, 71, 1:164-176.

Clutton-Brock T. H., Guinness F.E., Albon S.D. 1982. Red deer behavior and ecology of two sexes. 1st Edition. Edinburgh, University Press, Chicago.

Clutton-Brock T. H., Major M., Guinness F.E. 1985. Population regulation in male and female red deer. *Journal of animal ecology*, 54: 831-846.

Collins W. B., Urness P. J., Austin D. D. 1987. Elk diets and activities on different lodge-pole-pine habitat segments. *Journal of Wildlife Management*, 42: 799 – 810.

Cooper S. M., Owens M. K., Cooper R. M., Ginnett T. F. 2006. Effect of supplemental feeding on spatial distribution and browse utilization by white-tailed deer in semi-arid rangeland. *Journal of Arid Environments* 66: 716-726.

Cross P. C., Edwards W. H., Scurlock B. M., Maichak E. J., Rogerson J .D. 2007. Effects of management and climate on elk brucellosis in the greater Yellowstone ecosystem. *Ecological applications*, 17, 4: 957-964.

Dajčman M. 2008. Vplivi razporeditve krmišč na poškodbe smrekovih sestojev zaradi ogrizanja in lupljenja skorje od jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) na Pohorju: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana,samozal. : 44 str.

Davis D. S. 1996. Alfatoxins and disease concerns. V: Supplemental feeding for deer: beyond dogma. Ramsey C.W. (ur.) Texas A&M University, College station: 143-145.

Deer management issues, baiting/supplemental feeding

[http://www.alabamawildlife.org/uploadedFiles/Deer%20Management%20Issues\(1\).pdf](http://www.alabamawildlife.org/uploadedFiles/Deer%20Management%20Issues(1).pdf) (12. 4. 2012)

Deutz A., Gasteiner J., Buchgraber H. 2009. Fütterung von Reh- und Rotwild Ein Praxisratgeber. Graz, Leopold Stocker Verlag: 143 str.

Doman R. E., Rasmussen D. I. 1944. Supplemental winter feeding of mule deer in Utah. The Journal of Wildlife Management, 8, 4: 317-338.

Edwards J. 1976. Learning to eat by following the mother in moose calves. American Midland Naturalist, 96: 229-232.

Eionet-SI: 169_opis.htm (European Environment Information and Observation Network)
http://eionet-si.arso.gov.si/Dokumenti/GIS/zrak/vplivi/169_opis.htm (19. 7. 2012)

Gervasi V., Brunberg S., Swenson J. E. 2006. An individual-based method to measure animal activity levels: a test on Brown bears. Wildlife Society Bulletin, 34, 5: 1314-1319.

Gillingham M. P., Bunnell F. L. 1989. Effects of learning on food selection and searching behaviour of deer. Canadian Journal of Zoology, 67, 1: 24-32.

Gremse C. M. 2004. Positions- und Aktivitätsregistrierung mittels Satellitentelemetrie am Beispiel des Damwildes. Masterarbeit im Studiengang „Forstbetrieb und Waldnutzung“ der forstlichen Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen: 62 str.

Gundersen H. in sod. 2004 Supplemental feeding of migratory moose *Alces alces*: forest damage at two spatial scales. Wildlife Biology, 10, 213-223.

Guillet C., Bergström R., Cederlund G. 1996. Size of winter home range of roe deer *Capreolus capreolus* in two forest areas with artificial feeding in Sweden. *Wildlife Biology*, 2, 2: 107-111.

Hafner M. 2008. Jelenjad: zgodovina na Slovenskem, ekologija, upravljanje. (Zlatorogova knjižnica, 34). Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 431 str.

Heurich M., Traube M., Stache A., Löttker P. 2011. Calibration of remotely collected acceleration data with behavioural observations of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) *Acta Theriologica*.

<http://www.springerlink.com/content/9077146774411523/> (15. 5. 2012)

Hobbs T. 1989. Linking energy balance to survival in mule deer: developement and test of simulation model. *Wildlife monographs*, 101: 3-39.

Hofman R. R., Geiger G., König R. 1976. Vergleichend anatomische Untersuchungen an der Vormagenschleimhaut von Rehwild (*Capreolus capreolus*) und Rotwild (*Cervus elaphus*). *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 41: 167-193.

Hohmann U. 2009 Einfluss der Winterfütterung auf die Populationsdynamik des Rotwildes. *AFZ-Der Wald*, 23: 1244-1245

Illius A. W., Gordon I.J. 1987. Allometry of food intake in grazing ruminants. *Journal of animal Ecology*, 56: 989-999.

Jacques C.N. Winter Severity Indices 2010-2011.

<http://dnr.wi.gov/org/land/wildlife/harvest/reports/severity2.pdf> (14. 7. 2012)

Jerina K. 2003. Prostorska razporeditev in habitatne značilnosti jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) v dinarskih gozdovih jugozahodne Slovenije: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 137 str.

Jerina K. 2006. Prostorska razporeditev, območja aktivnosti in telesna masa jelenjadi (*Cervus elaphus*, L.) glede na okoljske dejavnike: doktorska disertacija. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 193 str.

Jerina K., Dajčman M., Adamič M. 2008. Red deer (*Cervus elaphus*) bark stripping on spruce with regard to spatial distribution of supplemental feeding places. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 86: 33-43.

Jerina K. 2009. How the estimates of home range size and composition are affected by diurnal, nocturnal and 24-hour sampling methods: example of the red deer (*Cervus elaphus*) in Slovenia. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 89: 3-15.

Kammermeyer K. E. 1975. Movement-ecology of white-tailed deer in relation to a refuge and a hunted area. Thesis, University of Georgia, Athens, USA.

Kamler J. F., Jedrzejewska B., Jedrzejewski W. 2007. Factors affecting daily ranges of red deer *Cervus elaphus* in Bialowieza Primeval Forest, Poland. Acta Theriologica, 52, 2: 113-118.

Kjær L. J., Schaubert M. E., Nielsen C. K. 2008. Spatial and temporal analysis of contact rates in female white-tailed deer. The Journal of Wildlife management, 72, 8: 1819-1825.

Kozak J. M., Hudson R. J., French N., Renecker L. A. 1995. Winter feeding lactation and calf growth in farmed wapiti. Rangelands, 17: 116-120.

Kufeld R. C., Bowden D. C., Schrupp D. L. 1988. Habitat selection and activity pattern of female mule deer in the Front Range, Colorado. Journal of range management, 41, 6: 515-522.

Leckenby D. A., Adams A. W. 1986. Weather severity index on a mule deer winter range. Journal of Range Management, 39, 3: 244-248.

Lewis T. L., Rongstad O. J. 1998. Effects of supplemental feeding on white-tailed deer, *Odocoileus virginianus*, in northern Wisconsin. Canadian Field Naturalist, 112: 75-81

Logistic regression diagnostics

<http://www.ats.ucla.edu/stat/stata/webbooks/logistic/chapter3/statalog3.htm> (24. 9. 2012)

Löttker P., Rummel A., Traube M., Stache A., Šustr P., Müller J., Heurich M. 2009. New possibilities of observing animal behaviour from a distance using activity sensors in GPS-collars: an attempt to calibrate remotely collected activity data with direct behavioural observations in red deer *Cervus elaphus*. *Wildlife Biology*, 15, 4: 425-434.

Main M., Coblentz B. E. 1990. Sexual segregation among ungulates: a critique. *Wildlife society bulletin*, 18: 204-210.

Meng X. X., Yang Q. S., Feng Z. J., Xu H. F., Perkins G. C., Zhao C. J., Hui C. Y., Feng J. C., Zhou Y. J. 2008. Gender specific behavioural patterns of captive alpine musk deer (*Moschus sifanicus*). *Belgian Journal of Zoology*, 138: 101-105.

[http://www.naturalsciences.be/institute/associations/rbzs_website/bjz/back/pdf/BJZ%20138\(1\)/Volume%20138\(1\),%20pp.%20101-105.pdf](http://www.naturalsciences.be/institute/associations/rbzs_website/bjz/back/pdf/BJZ%20138(1)/Volume%20138(1),%20pp.%20101-105.pdf) (16. 7. 2012)

McLoughlin P. D., Coulson T., Clutton-Brock T. 2008. Cross-generational effects of habitat and density on life history in red deer. *Ecology*, 89: 3317–3326.

Miller R. A., Kaneene J. B., Fitzgerald S. D., Schmitt S.M. 2003. Evaluation of influence of supplemental feeding of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) on the prevalence of bovine tuberculosis in the Michigan wild deer population. *Journal of wildlife management* 39, 1: 84-95.

Motulsky H. 2002. Multicollinearity in Multiple Regression. GraphPad.com

<http://www.graphpad.com/articles/Multicollinearity.htm> (24. 9. 2012)

Mysterud A., Bonenfant C., Loe L. E., Langvatn R., Yoccoz N. G., Stenseth N. C. 2008. Age-specific feeding cessation in male red deer during the rut. *Journal of zoology*, 275: 407-412.

Mysterud A. 2010. Still walking on the wild side? Management actions as steps towards 'semi-domestication' of hunted ungulate. *Journal of applied ecology*, 47: 920-925.

Newhouse S. J. 1973. Effects of weather on behavior of white-tailed deer of the George Reserve, Michigan: thesis. Ann Arbor, USA, University of Michigan

Nolte D. 1999. Behavioral approaches for limiting depredation by wild ungulates. V: Grazing behavior of livestock and wildlife. Launchbaugh K. L., Sanders D., Mosley J. C. (ur.). (Idaho Forest, Wildlife & Range Experiment Station Bulletin, 70): University of Idaho, Moscow, Idaho: 60-69.

http://www.aphis.usda.gov/wildlife_damage/nwrc/publications/99pubs/99-50.pdf (16. 7. 2012)

Olsen R., Lewis A. M. 1994. Winter Big Game Feeding An undesirable wildlife management practice. Department of Range Management, Cooperative extension Service, University of Wyoming.

Orthwein L. 1985. Beziehungen zwischen dem Winterungsverlauf und der Futteraufnahme bei der Winterfütterung des Rotwildes. V: Proceedings of 17th Congress IUGB. Brussels: 465-471

Ozoga J. J., Verme L.J. 1982. Physical and reproductive charactersitics of a supplemetally-fed white-tailed deer herd. Journal of Wildlife Management, 46: 281-301.

Parker K. L., Robbins C. T., Hanley T. A. 1984. Energy expenditruess for locomotion by mule deer and elk. Journal of Wildlife management, 48: 474-488.

Pérez-González J., Barbosa A. M., Carranza J., Torres-Porras J. 2010. Relative Effect of Food Supplementation and Natural Resources on Female Red Deer Distribution in a Mediterranean Ecosystem. The Journal of Wildlife Management, 74, 8: 1701-1708.

Pestevšek U. 1998. Prehrana divjadi, študijski pripomoček za slušatelje gozdarstva. Ljubljana.

Putman R., Staines B. W. 2004. Supplementary winter feeding of wild red deer *Cervus elaphus* in Europe and North America: justifications, feeding practice and effectiveness. Mammal Review, 34, 4: 285-306.

Von Raesfeld, F., Reulecke, K. 1991. Jelenjad: I. del: biologija in gojitev. (Zlatorogova knjižnica, 19.). Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 245 str.

Von Raesfeld F., Reulecke K. 1992. Jelenjad: II. del: biologija in gojitev. (Zlatorogova knjižnica, 20.). Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 223 str.

Regression and multicolinearity

<http://www.researchconsultation.com/multicollinearity-multiple-regression.asp> (24. 9. 2012)

Rehbinder C., Cizuk P. 1985. Supplemetary feeding of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) with late harvested hay. A pilot study. Rangifer, 5, 2: 6-14.

<http://septentrio.uit.no/index.php/rangifer/article/viewFile/540/514> (12. 7. 2012)

Rosef O., Arnemo J. M. 2005. Malnutrition in farmed red deer hinds (*Cervus elaphus atlanticus*) in Norway.

<http://teora.hit.no/dspace/bitstream/2282/839/1/Malnutrition.pdf> (16. 7. 2012)

Sahlsten J., Bunnefeld N., Månsson J., Ericsson G., Bergström R., Dettki H. 2010. Can supplementary feeding be used to redistribute moose? Wildlife Biology, 16: 85-92.

Smith B. L., Anderson S. H. 1998. Juvenile Survival and Population Regulation of the Jackson Elk Herd. The Journal of Wildlife Management, 62, 3 1036-1045.

Smith B. L. 2001. Winter Feeding of Elk in Western North America. The Journal of Wildlife Management, 65, 2: 173-190.

Schmidt K. 1993. Winter ecology of non-migratory apline red deer. Oecologia, 95, 2: 226-233.

Schmidt K.T., Hoi H. 2002. Supplemental feeding reduces natural selection in juvenile red deer. Ecography, 25, 3: 265-272.

Schmitt S. M., Fitzgerald S. D., Cooley T. M., Brunning-Fann C. S., Sullivan L., Berry D., Carlson T., Minnis R. B., Payeur J. B., Sikarskie J. 1997. Bovine tuberculosis in free-ranging white-tailed deer from Michigan. *Journal of wildlife diseases*, 33, 4: 749-758.

Schmitt S. M., Rudolph B. A., Winterstein S. R., Campa H., Garner M., Muzo D. 2002. Eradicating bovine TB in white tailed deer in Michigan: Identifying avenues of within herd transmission and deer migratory and movement behaviours. V: *Wildlife research summaries 2002*. Hill H.R. (ur.). (Wildlife division report, Nr. 3368). Lansing, Michigan department of natural resources: 27-28

Smith B. L., Robbins R. L., Anderson S. H. 1997. Early development of supplementally fed free-ranging elk. *Journal of wildlife management*, 61: 26.38.

Springborn E. G. 2001. Diurnal and nocturnal habitat use by reintroduced elk in eastern Kentucky. Abstract only.

http://www.macaulay.ac.uk/gps/gps_abstract_2001.pdf (4. 11. 2012)

Stapp P., Lindquist M.D. 2007. Roadside foraging by kangaroo rats in a grazed short-grass prairie landscape. *Western North American Naturalist*, 67, 3: 368–377.

Szuki E. 1981. Food preferences of deer in relation to winter fodder including woody plants. *Acta Theriologica*, 26, 19,: 319-330.

Timmons G. R., Hewitt, D. G., Deyoung C. A., Fulbright T. E., Draeger D. A. 2010. Does supplemental feed increase selective foraging in a browsing ungulate? *The Journal of Wildlife Management*, 74 5: 995-1002.

Tarr M. D., Perkins P.J. 2002. Influences of winter supplemental feeding on the energy balance of white-tailed deer fawns in New Hampshire, USA. *Canadian Journal of Zoology*, 80: 6-15.

Vectronic Aerospace GmbH,

<http://www.vectronic-aerospace.com/> (24. 5. 2012)

Veiberg V., Loe L.E., Mystreud A., Langvatn R., Stenseth N. C. 2004. Social rank, feeding and winter weight loss in red deer: any evidence of interference competition? *Oecologia*, 138: 135-142.

Verme L. J. 1968. An index of winter weather severity for northern deer. *The Journal of wildlife management*, 32, 3: 566-574.

Villagran M., de la Fuente L., Ungerfeld R. 2012. Pampas deer fawns (*Ozotocerus bezoarticus*, Linnaeus, 1758) feeding time budget during the first twelve weeks of life. *North-Western journal of zoology*, 8, 1: 85-91.

Von Raesfeld, F., Reulecke, K. 1991. Jelenjad: I. del: biologija in gojitev. (Zlatorogova knjižnica, 19). Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 245 str.

Von Raesfeld, F., Reulecke, K. 1992. Jelenjad: II. del: biologija in gojitev. (Zlatorogova knjižnica, 20). Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 223 str.

Wagenknecht, E. 1996. *Der Rothirsch*. Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag: 156 str.

Webb S. L., Hewitt D. G., Marquardt D. D. 2008. Spatial distributions of adult male white-tailed deer relative to supplement feed sites. *The Texas Journal of Agriculture and natural resource*, 21: 32-42.

Webb S. L., Demarais S., Zaiglin R. E., Pollock M. T., Whittaker D. G. 2010. Size and fidelity of home ranges of male white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in southern Texas. *The southwestern Naturalist*, 55, 2: 269-298.

Wickstrom M. L., Robbins C. T., Hanley T. A., Spallniger D. E., Parish S. M. 1984. Food intake and foraging energetics of elk and mule deer. *The journal of wildlife management*, 48, 4: 1285-1301.

Zakon o divjadi in lovstvu, 2004.

http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r00/predpis_ZAKO3780.html (4. 11. 2012)

Zagata M. D., Haugen A. O. 1974. Influence of light and weather on observability of Iowa deer. The journal of Wildlife management, 38, 2: 220-228.

Zandl J. 2004. Was kostet die Rotwildfütterung.

http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CDMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.raumberg-gumpenstein.at%2F%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D252%26Itemid%3D100034%26lang%3Dde&ei=EKTET_enM4_HtAadn5CSCg&usg=AFQjCNGpRg8ryc wdRoRG8GOQfPV5pSS6KA&sig2=tR2G7dn7jfcsPpGOZj0cGQ
(25.8.2012)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Klemnu Jerini, ki si je vselej vzel čas za potrpežljive in temeljite razlage ter me usmerjal pri izdelavi diplomske naloge. Zahvaljujem se tudi prof. dr. Andreju Bončini za recenzijo diplomske naloge.

Hvala tudi Maji Božič univ. dipl. bibl. za pregled ustreznosti diplomske naloge.